

Mobiililaitteiden hyödyntäminen rakennusyrityksen tuotannonhallinnassa

Tero Niininen

Opinnäytetyö
Helmikuu 2012

Rakennustekniikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



| | | |
|---|----------------------------------|---|
| Tekijä(t) NIININEN, Tero | Julkaisun laji Opinnäytetyö | Päivämäärä 31.1.2012 |
| | Sivumäärä 89 | Julkaisun kieli Suomi |
| | Luottamuksellisuus () saakka | Verkojulkaisulupa myönnetty (X) |
| Työn nimi MOBIILILAITTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN RAKENNUSYRITYKSEN TUOTANNONHALLINNASSA | | |
| Koulutusohjelma Rakennustekniikka | | |
| Työn ohjaaja(t) LÄHDESMÄKI, Pekka | | |
| Toimeksiantaja(t) Jydacom Oy | | |
| <p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä tutkittiin, kuinka rakennusyritykset voisivat hyödyntää rakentamisvaiheen tuotannonhallinnassa mobiililaitteita. Työn alussa mobiililaitteiksi rajattiin matkapuhelimet. Työn tavoitteena oli kehittää mobiililaitteessa toimivan JD Mob Tuntiseuranta -sovelluksen toiminnallisuutta seuraavaa versiota varten sekä kartoittaa uusia sovellusalueita, joissa mobiililaitteita voitaisiin hyödyntää rakennusyrityksen rakennusvaiheen tuotannonhallinnassa. Nämä sovellusalueet voivat olla jo tietokoneella toimivia sovelluksia tai täysin uusia sovellusalueita.</p> <p>Aluksi selvitettiin JD Mob Tuntiseuranta -sovelluksen tämän hetkinen tilanne koekäyttämällä sovellusta, jotta voitiin aloittaa uuden version kehittäminen. Lisäksi sovelluksen toiminnan hyviä ja huonoja puolia kartoitettiin haastattelemalla sovelluksen käyttäjiä Jydacomilla. Näiden pohjatietojen pohjalta aloitettiin uuden version kehittäminen. Rakentamisvaiheen tuotannonhallinnan mobiililaitteiden sovellusten kartoittaminen aloitettiin tutustumalla tämän hetkiseen tuotannonhallinnan sovellustarjontaan. Tutustumisen jälkeen mietittiin, mitkä näistä sovelluksista voitaisiin siirtää mobiililaitteeseen toimiviksi. Lopuksi kehiteltiin uusia kohteita rakentamisvaiheen tuotannonhallintaan, joissa voitaisiin hyödyntää mobiililaitteita.</p> <p>Työssä määriteltiin JD Mob Tuntiseuranta -sovelluksen seuraavan version toiminnallisuus, ja osa näistä määrittelyssä olevista kehitysideoista tehdään jo sovelluksen seuraavaan versioon. Jydacomin sovelluksista ei löytynyt sellaisia sovelluksia, joita kannattaisi siirtää kokonaisuutena mobiililaitteelle. Joitakin yksittäisiä pienempiä osia sovelluksista voitaisiin ottaa käyttöön mobiililaitteissa, jolloin ne helpottaisivat rakentamisvaiheen toimintoja. Kokonaan uusia mobiililaitteella hyödynnettäviä sovellusalueita löytyi tuotannonhallinnan eri osa-alueilta, kuten laadunhallinnasta sekä hankintojen ja taloudenhallinnasta.</p> | | |
| Avainsanat (asiasanat) | | |
| Tuotannonhallinta, käytettävyys, mobiililaitteet, mobiilisovellukset | | |
| Muut tiedot | | |



| | | |
|--|--|---|
| Author(s) NIININEN, Tero | Type of publication Bachelor´s Thesis | Date 31.1.2012 |
| | Pages 89 | Language Finnish |
| | Confidential () Until | Permission for web publication (X) |
| Title UTILIZING MOBILE DEVICES IN CONSTRUCTION COMPANY'S PRODUCTION MANAGEMENT | | |
| Degree Programme Civil Engineering | | |
| Tutor(s) LÄHDESMÄKI, Pekka | | |
| Assigned by Jydacom Oy | | |
| <p>Abstract</p> <p>This thesis studies how construction companies could utilize mobile devices in their construction phase production management. In this study mobile devices were defined to be mobile phones. There were two goals in this thesis: to develop the functionality of JD Mob Tuntiseuranta - application for the next version and find new application areas from production management where mobile devices could be utilized. These applications could already be functional applications or completely new ones.</p> <p>At first JD Mob Tuntiseuranta –application was tested and familiarized with so that development work of the new version could be started. The current application users in Jydacom were also interviewed to find the advantages and disadvantages of the application. Based on this info the development of the new version was started. To get to know construction phase production management it was necessary to get acquainted with the current applications available. After that it was figured whether there were applications which could be used with mobile devices too. Finally some new targets were explored, where mobile devices could be utilized.</p> <p>In this thesis the functionality of the next version of JD Mob Tuntiseuranta –applications was defined. Some of these definitions are already being implemented to the next version. It was also found out that Jydacom's applications do not contain such applications which could be transferred to mobile devices. Some minor parts of these applications could be utilized in mobile devices in order to facilitate construction phase functions. New application areas, where mobile devices could be utilized, were found in different sectors of production management, such as quality management, procurement management or finance management.</p> | | |
| Keywords production management, usability, mobile devices, mobile applications | | |
| Miscellaneous | | |

SISÄLTÖ

SANASTO

| | |
|--|----|
| 1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT | 7 |
| 1.1 Opinnäytetyön tausta | 7 |
| 1.2 Opinnäytetyön tavoite | 8 |
| 1.3 Jydacom Oy | 9 |
| 2 RAKENNUSYRITYKSEN TUOTANNONHALLINTA | 9 |
| 2.1 Tuotannonhallinta | 9 |
| 2.2 Ajallinen hallinta | 11 |
| 2.2.1 Tuotannon suunnittelu | 11 |
| 2.2.2 Tuotannon valvonta | 16 |
| 2.2.3 Tuotannonohjaus | 18 |
| 2.3 Laadunhallinta | 19 |
| 2.3.1 Laadunhallinnan tavoite | 19 |
| 2.3.2 Laadunhallinnan suunnittelu | 21 |
| 2.3.3 Laadunvarmistustoimenpiteet | 22 |
| 2.4 Hankintojen hallinta | 24 |
| 2.4.1 Hankintojen suunnittelu | 25 |
| 2.4.2 Hankintasuunnitelman valvonta | 26 |
| 2.4.3 Yksittäisten hankintojen ohjaus | 27 |
| 2.5 Taloudellinen hallinta | 28 |
| 2.6 Tehtäväsuunnitelma | 29 |
| 3 KÄYTETTÄVYYS | 30 |
| 3.1 Mitä käytettävyys on? | 30 |
| 3.2 Sovellusten käyttöliittymien käytettävyys | 31 |
| 4 MOBIILILAITTEET | 35 |
| 4.1 Erilaiset mobiililaitteet | 35 |
| 4.2 Opinnäytetyössä käsiteltävät mobiililaitteet | 37 |
| 4.3 Matkapuhelimien käyttöjärjestelmät | 38 |
| 4.4 Matkapuhelimien fyysiset erot | 39 |
| 4.5 Erikoiskäytön matkapuhelimet | 42 |
| 4.6 Mobiililaitteiden käytettävyys | 43 |

| | |
|---|----|
| 4.7 Matkapuhelimien sovellusten suunnittelu ja ohjelmointi | 44 |
| 5 JYDACOMIN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ | 48 |
| 6 JD MOB TUNTISEURANTA | 49 |
| 7 MUIDEN TOIMITTAJIEN MOBIILIKÄYTTÖISIÄ TUNTISEURANTASOVELLUKSIA | 55 |
| 7.1 Timestick-työajanseuranta | 56 |
| 7.2 Kellokortti.fi | 57 |
| 7.3 Cenno-projektin hallintatyökalu | 60 |
| 7.4 Yhteenveto muiden toimittajien tuntiseurantasovelluksista | 61 |
| 8 JD MOB TUNTISEURANTA -SOVELLUKSEN SEURAAVAN VERSION TOIMINNALLISUUS | 62 |
| 8.1 JD Mob Tuntiseurannan -käyttöliittymät ja siirtymät | 62 |
| 8.2 JD Mob Tuntiseurannan käyttöliittymien toiminnot ja ulkoasu | 65 |
| 8.2.1 Tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymä | 65 |
| 8.2.2 Tapahtumalista-käyttöliittymä | 68 |
| 8.2.3 Päivälista-käyttöliittymä | 69 |
| 8.3 Uuden version muutoksien yhteenveto | 70 |
| 9 MOBIILILAITTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN TUOTANNONHALLINNASSA | 71 |
| 9.1 Ajallinen hallinta | 71 |
| 9.2 Laadunhallinta | 75 |
| 9.2.1 Laaduntarkastus-sovellus | 75 |
| 9.2.2 Laatuvirheiden kirjaamisen sovellus | 78 |
| 9.3 Hankintojen hallinta | 78 |
| 9.3.1 Materiaalien tilauskutsut | 79 |
| 9.3.2 Materiaalien vastaanotto | 80 |
| 9.3.2 Varastonhallinta | 81 |
| 9.4 Taloudellinen hallinta | 81 |
| 9.5 Tehtäväsuunnitelma | 83 |
| 9.6 Muut tuotannonhallinnan osa-alueet | 83 |
| 10 MITEN TULEVAISUUS AUTTAA MOBIILILAITTEIDEN KÄYTTÖÄ RAKENNUSYRITYKSEN TUOTANNONHALLINNASSA | 84 |
| 11 OPINNÄYTETYÖN ONNISTUMINEN | 86 |
| LÄHTEET | 88 |

KUVIOT

| | |
|---|----|
| KUVIO 1. Vasemmalta oikealla Nokian mallit 2700 Classic, E52 ja C5 | 40 |
| KUVIO 2. Vasemmalta oikealle Nokian mallit N8 ja C7 | 40 |
| KUVIO 3. Vasemmalta oikealle Nokian mallit E7 ja 6700 Slide | 41 |
| KUVIO 4. Vasemmalta oikealle Nokian mallit E6 ja C3 | 42 |
| KUVIO 5. Nokia 3720 | 43 |
| KUVIO 6. Jydacom toiminnanohjausjärjestelmä..... | 48 |
| KUVIO 7. Tuntiseurannan käyttöliittymien siirtymät..... | 50 |
| KUVIO 8. JD Mob Tuntiseurannan kirjautumiskäyttöliittymä..... | 51 |
| KUVIO 9. Tapahtumien muokkaus käyttöliittymä..... | 51 |
| KUVIO 10. Työmaan valinta suosikkityömaiden listasta..... | 52 |
| KUVIO 11. Työmaiden etsintä -käyttöliittymä..... | 52 |
| KUVIO 12. Päivän tapahtumien -käyttöliittymä..... | 53 |
| KUVIO 13. Uuden tapahtuman kirjaaminen tapahtumien muokkaus -käyttöliittymän kautta..... | 53 |
| KUVIO 14. Päivän tapahtumien -käyttöliittymä..... | 54 |
| KUVIO 15. Päivälista-käyttöliittymä..... | 55 |
| KUVIO 16. Timestick tuntikirjauksen aloitus -käyttöliittymä..... | 56 |
| KUVIO 17. Tuntikirjauksen tiedot syötetty..... | 57 |
| KUVIO 18. Kellokortti.fi tuntikirjauksen aloitus -käyttöliittymä | 58 |
| KUVIO 19. Tuntikirjauksen-käyttöliittymä | 58 |
| KUVIO 20. Tuntikirjauksien selaus -käyttöliittymä | 59 |
| KUVIO 21. Cenno projektihallinnan työkalu..... | 60 |
| KUVIO 22. Uuden version pääkäyttöliittymät ja niiden väliset siirtymät..... | 63 |
| KUVIO 23. Tapahtumien muokkaussivu ja siihen liittyvät käyttöliittymät sekä niiden väliset siirtymät..... | 65 |
| KUVIO 24. Uuden version tapahtumien muokkaussivun -käyttöliittymä..... | 66 |
| KUVIO 25. Uuden version tapahtumalista -käyttöliittymä..... | 68 |
| KUVIO 26. Uuden version tapahtumalista -käyttöliittymä..... | 69 |

| | |
|---|----|
| KUVIO 27. Valvontavinjetti..... | 72 |
| KUVIO 28. Mobiililaite versio valvontavinjetistä..... | 73 |
| KUVIO 29. Valvontavinjetin solun tarkemmat tiedot..... | 74 |
| KUVIO 30. Laaduntarkastus sovelluksen käyttöliittymä..... | 77 |

SANASTO

3G (Third Generation) on yleinen lyhenne kolmannen sukupolven matkapuhelinverkon standardille. Tällä hetkellä käytetyin matkapuhelinverkko Suomessa.

HSDPA (High-Speed Dowlink Packet Access) on yhteyskäytäntö, joka nopeuttaa 3G-pohjaisen matkapuhelinverkon dataliikennettä. HSDPA-verkossa mobiililaitteiden sovellukset toimivat nopeammin.

Käyttöjärjestelmä (operating system) on ohjelma, joka hallinnoi tietokoneen (älypuhelin) ohjelmien toimintaa. Käyttöjärjestelmä hallinnoi laitteen resursseja, luo laitteiston operointialustan ja hoitaa järjestelmän kutsut. Ilman käyttöjärjestelmää laitteet eivät toimisi.

Käyttöliittymä (user interface) on laitteen, ohjelman tai minkä tahansa tuotteen osa, jonka kautta käyttäjä käyttää tuotetta. Tietokoneissa esimerkiksi käyttöliittymä tarkoittaa ohjelman osaa, jonka käyttäjä näkee tietokoneen näytöllä, ja tapaa, miten käyttäjä ohjaa (hiiri, näppäimistö) ohjelmaa.

Määräluettelo on luettelo, jossa on kerrottu rakennushankkeen eri materiaalien kokonaistarve hankkeessa. Määräluetteloä hyödynnetään tarjous- ja suunnitteluvaiheessa.

Määrämittaus on mittaus, jossa määritellään hankkeessa tarvittavien materiaalien kokonaismäärät. Näistä materiaalien määristä koostetaan määräluettelo, jota hyödynnetään tarjous- ja suunnitteluvaiheessa.

Paikka-aikakaavio on matriisitaulukko, jossa pystyakselilla ovat rakennuksen fyysiset osat, kuten lohkot ja työkohteet, ja vaaka-akselilla on aika. Paikka-aikakaaviosta on todettavissa tehtävien suoritusjärjestys, tehtävien toteutuksen aikaväli ja tehtävien suorituspaiikka.

PDA-laite (Personal Digital Assistant) on pieni kämmenelle mahtuva kannettava tietokone. Käytetään myös nimeä kämmentietokone. Niissä on yleensä pystysuunnassa oleva näyttö ja niitä ohjataan kynällä.

QWERTY-näppäimistö (QWERTY keyboard) on matkapuhelimen näppäimistö, joka vastaa normaalin tietokoneen näppäimistöä eli siinä on kaikki kirjaimet ja niiden järjestys on sama kuin tietokoneen näppäimistössä.

Ratu-työmenekki on rakennustietosäätien ylläpitämä kirjasto, jota voidaan käyttää hyväksi laskettaessa työsuorituksien kestoja aikataulua suunnitellessa.

RFID-siru (Radio Frequency IDentification) on menetelmä tiedon etälukuun ja -tallentamiseen käyttäen RFID-siruja. RFID-siru tai toiselta nimeltään saattomuisti on pieni laite, joka voidaan liimata tarralla tuotteeseen. RFID-sirut sisältävät antennin voidakseen lähettää ja vastaanottaa radiotaajuisia kyselyitä.

Talo80 ja **Talo90** on rakennusallalla Suomessa käytettävä nimikkeistö, standardisoitu rakennushankkeen tiedon erittelytapa. Nimikkeistö toimii tiedonvaihdon perustana hankkeen eri osapuolten välillä ja koko hankkeen olemassaolon ajan.

Valvontavinjetti on aikataulun valvonnan työkalu, jolla voidaan tarkkailla aikataulun luotettavuutta hankkeen aikana.

WLAN (Wireless Local Area Network) on langaton lähiverkkotekniikka, johon erilaiset verkkolaitteet (tietokoneet, kannettavat tietokoneet, jne) voivat kytkeytyä ilman kaapeleita.

Älypuhelin (smartphone) on matkapuhelin, jossa on perinteisten matkapuhelintoimintojen lisäksi tietokonetta muistuttavia ominaisuuksia, kuten käyttöjärjestelmä ja graafinen käyttöliittymä. Älypuheliin voidaan asentaa uusia ohjelmia ja näin saada uusia ominaisuuksia puhelimeen.

1 TYÖN LÄHTÖKOHDAT

1.1 Opinnäytetyön tausta

Suoritin opintoihin kuuluvan ensimmäisen työharjoittelun kesällä 2010 Jydacom Oy:ssa (myöhemmin Jydacom). Harjoittelun päättyessä keskustelimme mahdollisuuksistani tehdä Jydacomille opinnäytetyö opintojeni loppupuolella. Opinnäytetyön tekeminen tuli ajankohtaiseksi vuoden 2011 alussa, jolloin olin yhteydessä Jydacomiin aihe-ehdotuksen saamiseksi. Sain useamman vaihtoehdon opinnäytetyön aiheeksi, joista sitten valitsin mobiililaitteiden hyödyntämisen rakennusyrityksen tuotannonhallinnassa. Opinnäytetyössä tuotannonhallinnalla tarkoitetaan rakentamisvaiheen tuotannonhallintaa eikä koko rakennusyrityksen tuotannonhallintaa. Työn aikana mobiililaitteiksi on rajattu matkapuhelimet.

Aihe herätti kiinnostukseni, koska aikaisemmalla työnantajallani Metsolla olen ollut mukana tuotekehitysprojekteissa, joissa kehiteltiin erilaisia sovelluksia PDA-laitteille paperikoneympäristöön. Koin nämä projektit hyvin haastaviksi, koska niissä pääsi miettimään uuden tekniikan haasteita ja sitä, miten tietokoneessa toimivat sovellukset saadaan toimimaan hyvin pienemmissä laitteissa. Tällä hetkellä markkinoilla olevat kosketusnäytölliset matkapuhelimet ovat hyvin lähellä toiminnaltaan muutaman vuoden takaisia PDA -laitteita. Kosketusnäytöllisissä matkapuhelimeissa on puhelinominaisuudet otettu paremmin huomioon kuin aikaisemmin käytössä olleissa PDA-laitteissa. Myös matkapuhelimien käytettävyys on parantanut, koska niiden suorituskyky on tullut tehokkaammaksi, käyttöjärjestelmät ovat kehittyneet ja näyttöjen resoluutiot parantuneet.

Opinnäytetyössäni pystyn hyödyntämään aiemmin suoritettuja tietotekniikan insinöörin ja tietoliikenteen filosofian maisterin koulutuksia sekä näistä opinnoista saatua vahvaa tietotekniikka- ja tietoliikenneosaamista. Tämän lisäksi minulla on yli 10 vuoden työkokemus erilaisista tietotekniikan ja tietoliikenteen tuotekehitysprojekteista Metso Paperilla, jotka antavat erittäin monipuolisen ja vahvan pohjan opinnäytetyön suorittami-

seen. Lisäksi pääsen yhdistämään aikaisemmat osaamiseni rakennustekniikan opintoihin ja näin saan yhdistettyä monta eri osaamisaluetani tässä opinnäytetyössä.

1.2 Opinnäytetyön tavoite

Opinnäytetyössä oli kaksi päätavoitetta. Ensimmäinen tavoite oli luoda mobiililaitteessa toimivalle JD Mob Tuntiseuranta -sovelluksen seuraavalle versiolle toiminnallisuus, jonka perusteella päästään määrittelemään ja toteuttamaan uusi versio sovelluksesta. Toisena tavoitteena oli kartoittaa uusia sovellusalueita, joissa mobiililaitteita voitaisiin hyödyntää rakennusyrityksen rakennusvaiheen tuotannonhallinnassa.

Uuden tuntiseurantasovelluksen toiminnallisuuden kehittäminen aloitettiin tutustumalla tällä hetkellä mobiililaitteessa toimivaan tuntiseurantasovelluksen aikaisempaan versioon. Tärkeimmät kohteet olivat sovelluksen toiminnallisuuden ja käytettävyyden tutkiminen. Tämän jälkeen perehdyttiin kilpailijoiden mobiilikäyttöisiin tuntiseurantasovelluksiin ja kerättiin tietoja asioista, joita voitaisiin hyödyntää uuden version toiminnallisuuden kehittämisessä. Näiden tietojen pohjalta tehtiin tuntiseurantasovelluksen uuden version toiminnallisuuden määrittely. Määrittelystä selviää, miten tuntiseurantasovelluksella tapahtuva tuntien syöttäminen saataisiin käytettävyydeltään ja tehokkuudeltaan paremmaksi.

Uusien sovellusalueiden kartoittaminen rakennusvaiheen tuotannonhallinnassa pitää sisällään erilaisten kohteiden tunnistamista tuotannonhallinnan eri vaiheista, joissa voitaisiin hyödyntää mobiililaitteita. Kohteet voivat olla jo nyt tietokoneella tehtäviä sovelluskohteita, jotka vain siirretään mobiililaitteille tai sitten kokonaan uudelle alueelle tehtäviä sovelluksia. Näissä kohteissa on tarkoituksena etsiä aika- ja kustannussäästöjä, jolloin eri työvaiheet saataisiin tehokkaammaksi toteuttaa.

1.3 Jydacom Oy

Opinnäytetyön toimeksiantaja Jydacom on toimittanut yli 30 vuotta rakennusalan toiminnanohjausjärjestelmiä Suomen rakennusallalle ja on Suomen johtava rakennusalan toiminnanohjausjärjestelmien toimittaja. Jydacom on toimittanut tuotteitaan yli 1000 rakennusalan yritykseen. Tällä hetkellä heillä on yli 600 asiakasta. Toimipisteet sijaitsevat Jyväskylässä ja Espoossa. Yrityksessä työskentelee yli 30 IT- ja rakennusalan ammattilaista. Liikevaihto oli vuonna 2010 yli 3,4 miljoonaa euroa. Opinnäytetyön suorittamisen aikana Jydacom myytiin SYSteamille. Jydacom jatkaa SYSteamin sisällä liiketoimintaa itsenäisenä tytäryhtiönä. (Jydacom 2011)

Jydacomin asiakaskunta koostuu suurimmaksi osaksi rakennusalan yrityksistä. Toimialoina ovat edustettuna talonrakentaminen, korjausrakentaminen, maalaus sekä maa-rakentaminen. Asiakasyrityksien koko vaihtelee pienistä miljoonan euron liikevaihdon yrityksistä yli sadan miljoonan euron liikevaihdon yrityksiin. (Jydacom 2011)

Jydacomissa organisaatio on jaettu neljään tiimiin. Tiimejä ovat myynti, asiakaspalvelu, tuotekehitys ja hallinto. Tämä opinnäytetyö tehdään tuotekehitystiimille, jossa työn ohjaajana toimi tuotannon sovelluksien tuotepäällikkö Tero Haakana.

2 RAKENNUSYRITYKSEN TUOTANNONHALLINTA

2.1 Tuotannonhallinta

Rakennusallalla tuotannonhallinnan tehtävänä on varmistaa hankkeiden toteutus asetettujen tavoitteiden ja vaatimusten mukaisesti. Junnosen (2010) mukaan tuotannonhallinnan tarkoituksena on

- *suunnitella keinot, joilla pyritään saavuttamaan asetetut tavoitteet ja vaatimukset*

- *käyttää tuotannollisia tekijöitä eli työtä, materiaaleja ja koneita mahdollisimman taloudellisesti ja tehokkaasti*
- *ehkäistä ennalta poikkeamat suunnitelman mukaisesta toiminnasta*
- *poikkeamien ilmetessä palauttaa tuotanto suunnitelman mukaiseksi.*

Tuotannonhallinta koostuu kolmesta osa-alueesta: suunnittelusta, valvonnasta ja ohjauksesta. Tuotannonsuunnittelu on keskeinen osa tuotannonhallintaprosessia. Tuotannonsuunnittelun päätehtävänä on kartoittaa, mitä voidaan ja mitä pyritään tekemään tulevaisuudessa. Suunnitelman avulla valmistellaan tulevat päätökset. Ohjauksen näkökulman ja valvonnan tarpeiden tulee korostua tuotannonsuunnittelussa, joten suunnitelmien toteutuskelpoisuus on aina varmistettava. (Junnonen 2010.)

Valvonta on jatkuvaa toimintaa, joka alkaa projektin alussa ja päättyy projektin loppuessa. Valvonnan tärkeimpänä tehtävänä on hankkia tietoa hankkeen toteutuneesta tuotannosta. Tuotannon toteutumaa verrataan sitten suunnitelmaan, jonka jälkeen raportoidaan vertailussa tehdyt havainnot työmaan johdolle ohjaustoimenpiteitä varten. (Junnonen 2010.)

Ohjauksella pyritään estämään tuotannossa poikkeamien syntyminen tai palauttamaan tuotanto suunnitelman mukaiseksi. Ohjaus voidaan jakaa luonteensa mukaan kahteen osaan: ennakoivaan tai korjaavaan. Ennakoivan ohjauksen tavoitteena on poistaa tuotannon ongelmat ja korjaukset etukäteen eli puuttua niihin ennen niiden syntymistä. Ennakoivan ohjauksen onnistumisen edellytys on, että tulevan toiminnan ongelmat ja häiriöt sekä niiden seuraukset selvitetään systemaattisesti jo etukäteen esimerkiksi kartoittamalla potentiaaliset ongelmat. Saatujen tietojen avulla pyritään torjumaan mahdollisten ongelmien syyt. Jos ongelmien syitä ei saada torjuttua, niin pyritään ainakin vähentämään ongelmien haitallisia vaikutuksia. Ennakoiva ohjaus sisältää töiden käynnistämisen- ja läpivientiedellytysten varmistamisen. Korjaavalla ohjauksella poikennut tuotanto palautetaan tuotannonsuunnitelman mukaiseksi. Korjaava ohjaus käsittää poikkeaman havaitsemisen riittävän nopeasti, syyn selvittämisen välittömästi sekä toimenpiteisiin ryhtymisen heti poikkeaman korjaamiseksi. Korjaavat ohjaustoimenpiteet suunnataan poikkeamien syihin. Korjaavan ohjauksen onnistuminen vaatii jatkuvaa valvontatiedon keräämistä. (Junnonen 2010.)

Urakoitsijan näkökulmasta rakennushankkeen tärkein tavoite on taloudellisten tavoitteiden saavuttaminen kustannusarvion mukaisesti. Hankkeen taloudelliset tavoitteet asetetaan hanketta varten laaditussa tavoitearviossa. Kustannukset aiheutuvat panosten hankkimisesta ja käytöstä, joten tavoitearvio toteutuu suunnittelemalla ja hankkimalla panokset suunniteltuun hintaan sekä ohjaamalla panosten käyttöä tavoitearvion mukaisesti. Nämä edellä mainitut seikat edellyttävät tuotannon yleisaikataulun laadintaa. Aikataulun toteutuminen edellyttää, että panokset saadaan hankittua ajoissa. Tämä varmistetaan hyvin suunnitellulla hankintasuunnitelmalla. Hankintatapahtumat suunnitellaan siten, että hankinnat tapahtuvat oikean aikaan, oikean laatuina sekä oikean sisältöisinä. Laatuvaatimusten toteuttaminen varmistetaan laatusuunnitelman ja laadunvarmistussuunnitelman avulla. Lisäksi hankkeen tuotannonhallintaan liittyy tärkeinä osa-alueina työturvallisuuden varmistaminen sekä työmaateknisen kaluston suunnittelu. (Junnonen 2010.)

Luvuissa 2.2 – 2.6 on käyty tarkemmin läpi suunnittelun, valvonnan ja ohjauksen kannalta mitä asioita liittyy ajan, laadun, hankintojen sekä talouden hallintaan että tehtäväsuunnitelmiin.

2.2 Ajallinen hallinta

2.2.1 Tuotannon suunnittelu

Junnoson (2010) mukaan tuotannon ajallinen hallinta on tuotannonhallinnan tärkein osa-alue. Ajallinen hallinta on edellytys muun tuotannonhallinnan onnistumiselle. Ongelmat ajallisessa hallinnassa heijastuvat usein tuotannon laadullisiin osatekijöihin ja taloudellisiin ongelmiin. Oleellinen osa ajallista hallintaa on aikataulusuunnittelu. Aikataulun on oltava toteutuskelpoinen, realistinen ja sen on täytettävä tuotannolle asetetut tavoitteet.

Junnosen (2010) mukaan aikataulusuunnittelu koostuu seuraavista vaiheista:

- *rakennushankkeen kokonaiskeston ja rakennusajan kireyden kesto*
- *tehollisen rakennusajan laskeminen*
- *kohteen jakaminen osakohteisiin*
- *työjärjestyksen suunnittelu ja valinta*
- *aikataulutehtävien muodostaminen*
- *tehtävien ajoitus ja resurssien taseus*
- *kriittisenpolun tarkastelu*
- *tuotantoa palvelevan aikataulun teko.*

Näiden luettelossa mainittujen vaiheiden järjestys voi vaihdella hankkeen ajallista suunnittelua tehtäessä. Pienissä hankkeissa ei välttämättä ole kaikkia luettelon mainittuja vaiheita. Usein aikataulusuunnittelussa joudutaan palamaan aikaisempiin vaiheisiin, kun myöhemmässä vaiheessa huomataan, ettei aikataulu ole realistinen toteuttaa.

Aikataulusuunnittelu aloitetaan rakennushankkeen kokonaiskeston ja rakennusajan kireyden keston tarkastamisella. Urakkasopimuksessa rakennuttaja tavallisesti määrittää rakennushankkeelle alkamisajan ja valmistumispäivän eli hankkeen kokonaiskeston. Hankkeen pituuden kriteerinä on usein aiempaan kokemukseen perustuva käsitys kohtuullisesta, kustannusten kannalta tarkoituksenmukaisesta ja laaturiskit eliminoivasta rakennusajasta. Yksittäisien pienempien hankkeiden kestot voivat olla hankkeen sisällä kireydeltään erilaisia. Jos rakennushankkeen valmistumispäivä ei ole rakennuttajan kannalta kriittinen, silloin rakennuttajan ja urakoitsijan kannattaa etsiä taloudellisesti optimaalinen ja riskit eliminoiva hankkeen kesto. Lisäksi urakoitsijalle on tärkeää tutkia tarjouksen teon yhteydessä, onko rakennuttajan määrittämä hankkeen kesto kireä vai löysä. (Junnonen 2010.)

Hankkeen tehollinen rakennusaika ei ole sama kuin koko hankkeen rakennusaika. Työmaalla syntyy useista eri syistä tuotannon keskeytyksiä, jotka on otettava huomioon aikataulua suunnitellessa. Työmaalla keskeytyksiä aiheuttavat esimerkiksi lomat, arkipyhät, työehtosopimuksen lomapäivät (pekkaspäivät, kesä- ja talvilomat) sekä huonot sääolot ja tuotannon häiriöt. Kun työt suunnitellaan ilman häiriöitä ja varaudutaan sa-

malla riittävään määrään keskeytyksiä, varmistetaan aikataulun tavoitteellisuus ja realiteetti. (Junnonen 2010.)

Kohteen jakaminen osakohteisiin voidaan suorittaa useilla eri tavoilla. Junnonen (2010) on jakanut osakohteet seuraavasti:

- *rakenteellinen osittelu (fyysiset osat)*
- *tuotannollinen osittelu (työvaihe, työlaji, tehtävä)*
- *osittelu sijainnin mukaan (lohko, sisävalmistusalue, työkohde)*
- *osittelu hankintoihin (aliurakat, materiaaltoimitukset, työkaupat)*
- *osittelu vastuualueisiin (fyysisten osien, työvaiheiden tai tehtävien jako henkilöille)*
- *kustannusten osittelu (taloushallinnon tarpeet, valvontatarpeet).*

Aikataulun laadinta aloitetaan yleensä kohteen rakenteellisesta osittelusta, jossa rakennus jaetaan fyysisiin osiin. Tämän jälkeen suoritetaan sijainnin mukainen osittelu, sillä paikka-aikakaavio edellyttää kohteen jakoa osakohteisiin, joita ovat lohkot ja työkohteet. Lohko on kohteen fyysinen osa, kuten erillinen rakennus tai rakennuksen osa, jossa työt tehdään valmiiksi yhtenä kokonaisuutena rungon ja vesikaton osalta. Lohkojaon edut perustuvat siihen, että kun runko saadaan valmiiksi yhdessä kohteen osassa, siellä voidaan sisävalmistustyöt aloittaa heti kohteen osan valmistuttua. Jos runko rakennettaisiin kerralla valmiiksi koko kohteessa, silloin sisävalmistustyöt voitaisiin aloittaa vasta koko kohteen valmistuttua. (Junnonen 2010.)

Työjärjestyksen suunnittelu- ja valintavaiheessa järjestellään kohteen jakamisvaiheessa tehdyt lohkot loogiseen järjestykseen. Lohkojen toteutusjärjestys vaikuttaa kohteen kokonaisrakennusaikaan ja siten koko hankkeen aikataulun kireyteen. Aikataulun lisäksi lohkojen järjestykseen vaikuttavat hankkeen tekniset ratkaisut (lämmönjakohuone), rakennuttajan asettamat välitavoitteet tai rakennuttajan tekemät hankinnat sekä rakennuspaikan olosuhteet. Lohkojen toteutusjärjestys valitaan graafisesti paikka-aikakaavion avulla tai päättelemällä niin sanotun Hossin säännön mukaan. Hossin sääntö antaa tuotannon kannalta yhden hyvän lohkojen toteutusjärjestyksen. Säännön mukaan

- *ensimmäiseksi lohkoksi valitaan se, jonka perustus- ja runkovaihe on lyhyin*
- *viimeiseksi lohkoksi valitaan se, jonka sisävalmistusvaihe on jäljellä olevista lyhin. (Kankainen & Sandvik. 1996.)*

Jos perustus- ja runkovaihe sekä sisävalmistusvaihe ovat lyhimät samassa lohkoissa, määräytyy toteutusjärjestys perustus- ja runkovaiheen perusteella (Kankainen & Sandvik 1996).

Aikataulutehtävien muodostaminen aloitetaan tuotannollisella osittelulla eli jatko-ositellaan hanketta aikataulutehtäviksi. Ensiksi on kuitenkin muodostettava hankintakokonaisuudet, koska aikataulutehtävien tulee perustua hankintoihin. Tällöin aikataulusta tulee realistinen ja sitä voidaan ohjata hankintakauppojen kautta. Rakennusteknisten aikataulutehtävien suhteen ei voida antaa mitään kiinteää nimikkeistöä, joka toimisi hankkeessa kuin hankkeessa. Pohjana käytetään yleensä Talo80- tai Talo90-työlajinimikkeistöä. (Junnonen 2010.)

Tehtäväluettelon laadinnan jälkeen tehtävät tulee mitoittaa Ratu-työmenekkien tai yritysten omien mitoitus tietojen avulla. Tehtävistä muodostetaan tehtäväluettelo, jossa esitetään tehtävän nimi sekä suoritemäärä ja sen yksikkö. Koska tehtävät suunnitellaan lohkoittain, myös tehtävien suoritemäärät on selvitettävä lohkoittain. Siksi määrittäminen on tehtävä jo kustannusarvion laadinnan yhteydessä työkohteittain. Työvaiheittain tehtyä määräluetteloa tarvitaan myöhemmin hankintojen järjestelyissä ja tuotannon valvonnassa. Tuotannon tehtäväluettelon tulee olla kattava, joten siinä esitetään rakennusteknisten töiden lisäksi taloteknisten töiden eli lämpö-, vesi-, viemäri-, ilmanvaihto- sekä sähkötöiden tehtäväluettelot. (Junnonen 2010.)

Paikka-aikakaavion laadinta aloitetaan merkitsemällä kohteen toteutuksen kannalta kriittiset, työkohteita sitovat aikataulutehtävät. Nämä tehtävät tahdistetaan ja rytmitehtään paikka-aikakaavion avulla. Paikka-aikakaaviossa käytetään suunnitteluvaiheessa kestona tehollista rakennusaikaa, jotta tahdistus ja rytmitys voidaan helposti määrittää. Tehtävät piirretään sijaintinsa mukaiseen lohkoon ja kerrokseen. Maanrakennus- ja perustusvaiheen työt merkitään yleensä ensimmäisen kerroksen kohdalle ja vesikatto

ylimpään kerrokseen. Junnosen (2010) mukaan tehtävien sijoittamista varten tehtävät ryhmitellään tavanomaisissa kohteissa rakennusvaiheittain seuraavasti:

- *perustusvaihe (maarakennus, pohjarakennus ja perustuksien työt)*
- *runkovaihe (kantava runko, julkisivut ja vesikatto)*
- *täydentävävaihe (väliseinämuuraus, pintalattian teko, ikkuna- ja ovi-asennukset, LVI-runkolinjojen asennukset)*
- *sisävalmistusvaihe*
- *luovutusvaihe (virheiden ja puutteiden korjaus, viimeistelytyöt, koneteknisten järjestelmien säädöt ja koekäytöt, viher- ja liikennealueiden työt).*

Kun rakennusvaiheen tehtävät on sijoitettu aikatauluun, niin on varmistettava, ettei sisävalmistustöitä ole suunniteltu aloitettavaksi ennen osakohteen tai koko rakennuksen vesitiiviyyden saavuttamista. Paikka-aikakaaviosta on lisäksi tarkistettava esimerkiksi betonirakenteiden kuivumiselle on riittävät odotusajat varattu aikatauluun. (Junnonen 2010.)

Viimeisenä vaiheena urakoitsija ja tilaaja tarkastavat yhdessä aikataulun. Junnosen (2010) mielestä tarkastuksessa pitää kiinnittää erityisesti huomiota seuraaviin seikkoihin:

- *työryhmillä on aina vapaa työkohde edellisen valmistuttua*
- *runkovaiheessa kalustoa on riittävästi*
- *aikataulussa varaudutaan tuotannon keskeytyksiin.*

Aikataulu voidaan tarkistaa nykyään simulointisovelluksilla, jolloin aikataulusta etsitään riskikohtia ja kartoitetaan niiden vaikutuksia hankkeen toteutukseen. Tilaajan tehtävä on hyväksyä urakoitsijan laatima aikataulu. Hyväksyessään aikataulun tilaaja saa samalla tiedon oman myötävaikutusvelvollisuutensa täyttämiseksi. Tämä koskee erityisesti suunnitelmien tuottamista tuotannon tarpeisiin. Tämän vuoksi tilaajan on myös osallistuttava tarkistettava täyttääkö laadittu aikataulu hyvän aikataulun tunnusmerkit ja rakennusteknisten että taloteknisten töiden osalta. (Junnonen 2010.)

Siikasen ja Kankaisen (2004) mielestä hyvän aikataulun tunnuspiirteitä ovat seuraavat asiat:

- *kohde on suunniteltu lohkoittain*
- *kohteen aikatauluna on kriittisten tehtävien osalta paikka-aikakaavio*
- *talotekniset työt on myös mitoitettu ja yhteen sovitettu rakennusteknisiin töihin*
- *tehtävät on tahdistettu ja rytmitetty*
- *työmenekkien kireys on normaalilla tasolla (RATU)*
- *tehtävillä on varatyökohde ja työkohteessa tehdään vain yhtä työtä kerrallaan*
- *häiriöille on varattu pelivaraa*
- *itselleluovutukselle on varattu aikaa*
- *betonin kuivumisajat on otettu huomioon*
- *urakkaohjelman reunaehdot ja tilaajan asettamat välitavoitteet on viety aikatauluun*
- *aikataululle on tehty riskitarkastelu.*

Nämä kaikki yllä mainitut asiat ovat hyvin tärkeitä, mutta aikataulusuunnittelussa ei aina voida näitä kaikkia asioita riittävästi ottaa huomioon. Kaikki luettelon kohdat olisi kuitenkin hyvä käydä läpi aikataulua suunnitellessa ainakin jollakin tasolla, jolloin aikataulun luotettavuus saadaan paremmaksi.

2.2.2 Tuotannon valvonta

Kun rakennushankkeen toteutus alkaa, niin suunnitellussa aikataulussa pysyminen vaatii, että aikataulun toteutumista on myös valvottava riittävän tarkasti koko hankkeen ajan. Työnaikaisen valvonnan avulla selvitetään, poikkeako kohteen tuotannon toteutus suunnitellusta. Valvonta on jatkuvaa toimintaa, jonka tehtävä on Junnoson (2010) mukaan

- *hankkia tietoa toteutuneesta tuotannosta*
- *verrata tuotannon toteutumaa suunniteltuun tuotantoon*
- *raportoida tehdyt havainnot työmaan johdolle ohjauspäätösten tekoa varten.*

Aikatauluvalvonnan tulee olla säännöllistä ja näkyvää. Aikataulua tulee tarkastella viikoittain ja oleellista on verrata toteutumatieta alkuperäiseen suunnitelmaan. Tärkeätä on myös reagoida mahdollisimman aikaisin havaittuihin poikkeamiin, jolloin niihin voidaan vaikuttaa pienillä muutoksilla ja ongelmat saadaan minimoitua helpommin. Työn aikaisen valvonnan avulla selvitetään poikkeako kohteen tuotannon toteutus suunnitelmasta. Valvonta kohdistetaan yhtä aikaa sekä koko tuotantoon että yksittäisiin kriittisiin tehtäviin. Valvottavia asioita ovat tuotannon riskitekijät, kuten suoritteiden valmistusriskit ja tuottavuusriskit. (Junnonen 2010.)

Suoritteiden valmistusriskit kasvavat Siikasen ja Kankaisen (2004) mukaan, jos

- *työt eivät käynnisty ajoissa*
- *tehtävien tuotantonopeudet poikkeavat suunnitellussa*
- *tuotanto keskeytyy*
- *työt hajaantuvat useaan osakohteeseen yhtä aikaan ja osakohteet eivät valmistu*
- *tehtävien työsisältö tai määrät muuttuvat.*

Tuottavuusriski toteutuu, kun työsaavutukset eivät ole tavoitteiden mukaisia. Valvon-
nassa tulee käyttää erilaisia systemaattisia menetelmiä, jotta siitä tulee tehokasta ja jatkuvaa. Tuotannon valvontaan on olemassa kaksi suositeltavaa tekniikkaa:

- *Paikka-aikakaavioon piirretään toteutumatieta tuotannon edistymisen toteamiseksi.*
- *Valvontavinjettiä käytetään osoittamaan työkohteiden sitoutuminen ja vapautuminen. (Siikainen & Kankainen 2004.)*

Molempia valvontatekniikoita tarvitaan lähes joka kohteessa, mutta se, mihin erityisesti kiinnitetään huomiota, vaihtelee jonkin verran. Tehtävien tuotantonopeuden valvonta on tärkeää suuressa kohteessa, jossa aikataulutehtävät ovat pitkiä ja työryhmät isoja. Tehtävien suunnitelman mukaisen aloituksen merkitys puolestaan korostuu, jos kriittisiä työkohteita sitovia tehtäviä on paljon ja tehtävissä aloitusvälit lyhyitä. Työkohteiden vapautuminen seuraavalle tehtävälle on edellytys tuotannon etenemiselle. (Siikainen & Kankainen 2004.)

2.2.3 Tuotannonohjaus

Tuotannonohjaus on toimintaa, jonka tarkoituksena Junnosen (2010) mukaan on

- *ehkäistä ennalta poikkeamat suunnitelman mukaisesta toiminnasta*
- *poikkeamien ilmetessä palauttaa tuotannon suunnitelman mukaiseksi.*

Jatkuvalla työnaikaisella ohjauksella pyritään estämään tuotannon poikkeaminen suunnitellusta. Jos tuotanto kuitenkin poikkeaa suunnitellusta, se pyritään palauttamaan mahdollisimman nopeasti suunnitellun mukaiseksi. Tuotannonohjaus edellyttää valvontaa, jolla tarkoitetaan toteutuneen tuotannon vertaamista suunniteltuun tuotantoon. Jos näiden välille syntyy eroja, on välittömästi alettava selvittää, mistä erojen syyt tulevat. Lisäksi on selvitettävä vaikutukset edeltävään ja seuraavaan tehtävään, koko tuotantoon sekä työvoiman käyttöön ja kaluston tarpeeseen. Vaikutuksia ennustetaan olettaen tuotannon jatkuvan viimeisten valvontajaksojen suuntauksen mukaisena. (Junnosen 2010.)

Tuotannonohjaus jaetaan ennakoivaan ja varsinaisiin ohjaustoimenpiteisiin. Ennakoivala ohjauksella pyritään siihen, että tulevan toiminnan ongelmat ja häiriöt sekä niiden seuraukset selvitetään systemaattisesti ennen niiden syntymistä. Junnosen (2010) mukaan ennakointi muodostuu seuraavasta päättelyketjusta:

- *Mitä ei-suotavia tapahtumia tuotannossa voi esiintyä?*
- *Mikä on ei-suotavan tapahtuman syy, mitä siitä seuraa ja kuinka merkittäviä seuraukset siitä on tuotannolle?*
- *Mikä on ongelman merkitys tuotannon häiriöttömyydelle?*
- *Millä toimenpiteillä ongelman syy voidaan torjua ennalta?*
- *Miten ongelmien seurauksiin tulee varautua vaikutusten minimoimiseksi ja mikä käynnistää varautumistoimenpiteen?*

Kun mahdolliset ongelmat ovat selvillä, ne on luokiteltava vaikutusten mukaan. Osa löydettävistä mahdollisista ongelmista on karsittava, koska kaikkiin tilanteisiin ei voi varautua. Vakavuuden ohella toinen tärkeä luokiteltava tekijä on potentiaalisten ongelmien toteutumisen todennäköisyys. Ongelmat, joiden toteutumisen todennäköisyys on suuri,

on poistettava. Rakennusosalalle on ominaista, että hankintojen ja tuotesuunnitelmien viivästymisen todennäköisyys on suuri. (Junnonen 2010.)

Varsinaisilla ohjaustoimenpiteillä korjataan tuotantoa, kun sinne on ilmennyt poikkeamia. Poikkeamat korjataan tekemällä tehtäville kiinniottosuunnitelma, joka laaditaan työnjohdon palaverissa, pää- ja aliurakoitsijoiden työmaakokouksissa tai laatupii-reissä. Korjaavat ohjaustoimenpiteet suunnataan poikkeaman syihin. (Junnonen. 2010)

Ohjauksessa voidaan käyttää muun muassa seuraavia toimenpiteitä:

- *työkunnan koko säädetään suunnitelman mukaiseksi*
- *tehtävän mitoitus korjataan*
- *tehtävän sisältö muutetaan*
- *liian nopea tehtävä toteutetaan epäjatkovana*
- *käynnistetään toimitusten tarkennettu valvonta*
- *hankitaan tai muutetaan työssä tarvittavia välineitä*
- *tehostetaan työnjärjestelyä*
- *muutetaan työmenetelmiä. (Junnonen 2010.)*

Edellisestä luettelosta voidaan käyttää yhtä tai useampaa toimenpidettä, että tuotanto saadaan korjattua suunnitelman mukaiseksi.

2.3 Laadunhallinta

2.3.1 Laadunhallinnan tavoite

Junnonen (2010) on määritellyt laadunhallinnan tavoitteeksi, että sen avulla varmistetaan rakennuttajan asettamien laadullisten vaatimusten toteuttaminen suunnitelmien mukaisesti. Laadulliset vaatimukset koskettavat valmiin rakennuksen materiaaleja, työn lopputulosta sekä työmaalla käytettäviä toimintatapoja. Laadunhallinnan avulla urakoitsija pyrkii varmistamaan työmaan taloudellisen tuloksen saavuttamisen sekä rakennuksen käyttäjien asiakastyytyväisyyden.

Urakkasopimuksessa ja urakka-asiakirjoissa rakennuttaja määrittelee valmista rakennusta ja rakentamista koskevat laadulliset vaatimukset hankkeelle. Kaupungin tai kunnan viranomaiset asettavat yleensä myös omat rakennushanketta koskevat laadulliset vaatimukset. Urakoitsijan tehtävänä on suunnitella tapa toimia, joilla varmistetaan rakennukseen asetettujen laatu ja suunnitelma vaatimuksien täyttyminen. (Junnonen 2010.)

Laadunvarmistus alkaa hankkeen suunnitteluvaiheessa laadunvarmistuksen suunnitella ja päättyy rakennuksen käyttöönottoon. Laadunvarmistukseen kuuluu Junnosen (2010) mukaan seuraavat tehtävät:

- *laadunvarmistustoimenpiteiden selvittäminen*
- *suoritettujen laadunvarmistustoimenpiteiden ymmärtämisen varmistaminen*
- *laaduntarkastusten suorittaminen*
- *laatuvirheiden kirjaaminen ja syiden selvittäminen*
- *laatudokumenttien keräys, analysointi ja käyttö.*

Laadunvarmistuksen tavoitteena on myös varmistaa, että hankkeen laatuvaatimukset ja muu informaatio kulkevat moitteettomasti ja systemaattisesti niin rakennuttajan, suunnittelijoiden, urakoitsijan, aliurakoitsijoiden kuin työntekijöiden välillä. Toisaalta laadunvarmistuksen tavoitteisiin kuuluu myös se, että epätasällisista, väärin ymmärretyistä tai puuttuvista tiedoista johtuvat ongelmat tai virheet, saataisiin poistettua hankkeista. Kun laadunvarmistus toimii oikein, osapuolten vastuut ja velvollisuudet ovat selvät ja selkeät sekä tehdyt päätökset arkistoituvat systemaattisesti palvelemaan korjaavaa toimintaa. (Junnonen 2010.)

Jotta rakennustyön laatu olisi hyvää, on rakennuttajan huolehdittava hänen vastuullaan olevista laatuvaatimuksista. Urakoitsijan vastuulla on toteuttaa työ vaatimuksien mukaisena. Laatuvaatimuksien edellytyksien täyttämiseen kuuluu Junnosen (2010) mukaan seuraavaa

- *rakennuttajan täytyy täyttää omat myötävaikutusvelvollisuutensa*
- *urakoitsija saa suunnittelijoilta suunnitelmat oikea-aikaisesti*
- *työmaalle toimitetut suunnitelmat ovat tarkistettu ja eri suunnitelmien yhteensopivuus varmistettu*
- *rakennuttajan vastuulla olevat rakennustavarat toimitetaan ajoissa.*

Erityisen tarkkana on oltava siinä, että suunnitelmien yhteensopivuus tarkistetaan riittävän ajoissa ja usein. Kohdetta rakennettaessa löydetty poikkeama yhteensopivuudessa voi pahimmassa tapauksessa pysäyttää työt siksi aikaa, että yhteensopivuus saadaan ratkaistua. Tämä taas aiheuttaa ongelmaa hankkeen aikatauluun. (Junnonen 2010.)

2.3.2 Laadunhallinnan suunnittelu

Laadunhallinnan pohjana toimii hankkeen suunnitteluvaiheessa tehty työmaan laatusuunnitelma. Työmaan laatusuunnitelman tehtävänä on toimia yksittäisen rakennushankkeen laatujohtamisen käytännön työvälineenä. Sen tekemisellä otetaan huomioon hankkeen erityispiirteet, jotta asiakkaan tarpeet ja vaatimukset voidaan toteuttaa tehokkaasti. Laatusuunnitelman toisena tavoitteena on varmistaa laatuvaatimusten täyttyminen. (Junnonen 2010.)

Laatusuunnitelma on tarkoitettu ensisijaisesti hankkeen eri osapuolien oman toiminnan tehostamiseen ja asioiden hoidon kitkattoman sujumisen varmistamiseen. Koska rakennushankkeessa toteutukseen osallistuu nykyään useita osapuolia, on yhteistyön kannalta hyödyllistä, että kaikki työmaalla olevat tahot tuntevat toistensa työtavat ja noudattavat keskeisten asioiden hoidossa samoja periaatteita. Tämän takia työmaalla toimivien sivu- ja aliurakoitsijoiden on tehtävä myös omaa urakkasuoritustaan koskeva laatusuunnitelma. Pääurakoitsijan on saatava käyttöönsä muiden urakoitsijoiden laatusuunnitelmat, jotta pystyy tarkastamaan ne ja hoitamaan samalla työmaan johtovelvollisuudet. (Junnonen 2010.)

Laatusuunnitelmaa suunnitellessa täytyy selvittää rakennushankkeelle annetut laatuvaatimukset. Laatuvaatimukset on annettu hankkeen piirustuksissa, rakennus- ja työselostuksissa. Piirustuksissa kuvataan rakenteiden mittoihin, sijaintiin ja toleransseihin kuuluvat asiat. Rakennusselostuksissa kuvataan laatutaso ja työselostuksissa kuvataan suorituksen laatu. Vaatimukset voivat perustua yleisiin laatuvaatimuksiin, tai ne voivat

olla kohdekohtaisia vaatimuksia. Junnonen (2010) mainitsee vaatimukseksi seuraavia asioita:

- *rakennuksen tai rakennusosan sijainti ja mitat sekä niiden toleranssit*
- *käytettävien materiaalien, tarvikkeiden ja rakennusosien ominaisuudet*
- *työn lopputuloksen visuaalinen laatu (mallinmukaisuus)*
- *liitokset ja yksityiskohdat sekä rakenteet.*

Urakoitsijan laadunvarmistuksen lähtökohtana ovat tilaajan ja viranomaisten edellyttämät laadunvarmistustoimenpiteet, jotka esitetään laadunvarmistuksen yleissuunnitelmassa. Työkohtainen laadunvarmistus suunnitellaan tehtäväsuunnitelman yhteydessä määrittelemällä aliurakoitsijalta edellytetyt laadunvarmistustoimenpiteet. Pääurakoitsija valvoo sekä oman, sivu- että aliurakoitsijan työn laatuvaatimuksien täyttymistä.

Hankkeen lopetukseen kuuluu lisäksi luovutuksen suunnittelu. Luovutus käsittää ainakin itselleluovutuksen, toimintakokeiden ja säätöjen teon sekä rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeen kokoamisen. Laadunvarmistukseen kuuluvat lisäksi rakennusurakan yleisten sopimusehtojen edellyttämät yhteistyömenettelyt, kuten suunnitelmakatselmukset, katselmukset ja tarkastukset, erilaiset mittaukset sekä urakan vastaanoton. (Junnonen 2010.)

Tilaajan tai rakennuttajan lisäksi viranomaiset edellyttävät tiettyjä laadunvarmistustoimenpiteitä. Nämä laadunvarmistustoimenpiteet on kirjattu maankäyttö- ja maarakennuslakiin, maankäyttö- ja rakennusasetukseen sekä Suomen rakentamismääräyskoelmaan. Lisäksi kunnan rakennusvalvontaviranomaiset voivat edellyttää rakennusluopahdoissa ja aloituskokouksessa tiettyjä hankekohtaisia laadunvarmistustoimenpiteitä. (Junnonen 2010.)

2.3.3 Laadunvarmistustoimenpiteet

Urakoitsijan laadunvarmistustoimenpiteet jakaantuvat koko työmaata koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin sekä yksittäistä tehtävää koskeviin laadunvarmistustoimenpiteisiin. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot (YSE) edellyttävät urakoitsijan vaadittaessa esittämään kirjallisesti laadunvarmistuksensa, joka yleensä esitetään laatusuunnitel-

man osana. Rakennusurakan yleiset sopimusehdot edellyttävät lisäksi urakoitsijan laadunvalvontaa. Laadunvalvonnan keinot ovat erilaisia mittauksia, tarkastuksia ja katselmuksia. Laadunvalvontaan liittyvät myös laatutodistusten tarkastus ja arkistointi. (Junnonen 2010.)

Rakennusurakan yleiset sopimusehdot antavat laadunvalvonnan osalta seuraavia määräyksiä:

- *Urakoitsijan on tehtävä itselleluovutus ennen rakennuttajalle tapahtuvaa luovutusta.*
- *Havaituista vakavista laatuvirheistä ja niiden korjaamiseksi tehdyistä toimenpiteistä on kerrottava rakennuttajalle.*
- *Rakennustavarat ja rakennusosat on tarkastettava ennen kiinnitystä ja epäkelvot tarvikkeet tai rakennusosat on poistettava välittömästi työmaalta.*
- *Järjestelmien tai laitteistojen toiminnallinen tarkastus tehdään käyttökokein.*
- *Sopimusasiakirjoissa mainitut laatuksokkeet kustantaa urakoitsija, ja ylimääräisten kokeiden kustannusvastuu on rakennuttajalla, jos urakoitsijan työ vastaa vaatimuksia. (Junnonen 2010.)*

Erityinen huomio laadunvalvonnassa tulee kohdistaa niihin rakennusosiin ja työvaiheisiin, joissa tulee usein laatuvirheitä.

Käytännön laadunvarmistus alkaa ensimmäisen työkohteen valmistuttua, jolloin se tarkastetaan. Ensimmäisen työkohteen tarkastamisen tarkoitus on varmistaa, että laatuvaatimukset on ymmärretty oikein ja tehty työ vastaa annettuja vaatimuksia. Jos laadunvalvonnassa ilmenee virheitä, niin sovitaan, kuinka virheet korjataan ennen seuraavan työkohteen alkamista. Tällä menettelyllä estetään laatuvirheiden toistuminen seuraavissa työkohteissa sekä kehitetään ja etsitään vaihtoehtoisia työmenetelmiä. (Junnonen 2010.)

Työn aikana pidetään tarkastuksia urakkasuorituksien sekä sen osasuoritusten sopimuksemukaisuuden toteamiseksi sekä peittyvien työvaiheiden tarkastamiseksi. Työ- ja osakohteittain tapahtuvat tarkastukset tehdään työlajeittain, joita ei voi tarkastaa yhtenä kokonaisuutena, kuten esimerkiksi peittyville rakenteille. Työkohteittain tehtäviä tarkastuksia suoritetaan jatkuvasti työvaiheen aikana rakenteen tai rakennusosan sopi-

muksenmukaisuuden toteamiseksi ennen seuraavan työvaiheen alkamista. Työkohteittain tapahtuvat tarkastukset ovat erittäin tärkeitä, koska seuraava työvaihe usein peittää alleen edellisen vaiheen. Työ- ja osakohteittain tapahtuvassa tarkastuksessa urakoitsija itse varmistuu työnsä suunnitelmanmukaisuudesta sekä dokumentoi tekemänsä tarkastuksen yhteisesti sovitulla tavalla. (Junnonen 2010.)

Luovutusvaiheessa on useita erilaisia laadunvarmistusmenettelyjä. Junnosen (2010) mukaan luovutusvaiheen laadunvarmistukseen liittyviä osasuorituksia ovat

- *luovutusvalmiuden toteaminen eli itselleluovutus*
- *toimintakokeet ja säädöt*
- *käytön opastus*
- *rakennuksen käyttö- ja huolto-ohjeet sekä muun luovutusaineiston kokoaminen.*

Lisäksi osapuolet tarkastavat yhdessä rakennussuorituksen laadun vastaanottotarkastuksessa tai sitä edeltävässä ennakkotarkastuksessa ja viranomaiset toteavat rakennuksen viranomaisvaatimuksien täyttymisen viranomaistarkastuksissa. Lopuksi osapuolet voivat pyytää ja antaa toisilleen palautetta toiminnan laadusta. (Junnonen. 2010)

2.4 Hankintojen hallinta

Junnosen (2010) mukaan hankinnat muodostavat suuren osan työmaan kustannuksista. Hankintojen hallinnan avulla varmistetaan, että tuotannossa tarvittavat panokset ovat käytettävissä oikeaan aikaan ja oikean sisältöisinä. Hankintojen hallinta on edellytys tuotannon ajallisen hallinnan onnistumiselle.

Hankinnalla tarkoitetaan rakennustuotannossa käytettävien materiaali-, työ- ja palvelupanosten määrittelyä ja ostamista. Hankinnat voidaan sisällön perusteella ryhmitellä rakennustuotteen, aliurakan ja palvelun hankkimiseen. Erottavana tekijänä on hankintaan sisältyvän materiaalin osuus koko hankinnasta: suurimmillaan materiaalin osuus on rakennustuotehankinnoissa, joissa hankitaan vain materiaalia, ja pienimmillään materiaalin osuus on palveluhankinnoissa, joissa hankintaan ei kuulu lainkaan materiaalia. Ali-

urakka on yhdistelmä, jossa materiaali ja niiden asennustyöt ostetaan samalta toimittajalta. Aliurakoissa materiaalin ja työn osuus vaihtelee huomattavasti. Ääritapauksissa on niin sanottu työurakka, jolloin hankitaan ainoastaan työtä ja tilaaja toimittaa vaadittavat materiaalit. (Junnonen 2010.)

2.4.1 Hankintojen suunnittelu

Hankintojen suunnittelun avulla varmistetaan, että tuotannon vaatimat panokset ovat oikeaan aikaan ja oikeanlaisina käytettävissä. Hankinnan taloudelliset tavoitteet esitetään tavoitebudjetissa. Yleisaikataulussa sekä hankintasuunnitelmassa esitetään keinot, kuinka tuotanto saadaan hoidetuksi tavoitebudjetin mukaisesti. Hankkeen tuotannon suunnittelua ei voida tehdä kerralla valmiiksi koko laajuudessa riittävällä tarkkuudella, vaan se on hajautettava osiin: tuotannon kokonaisuuden suunnitteluun ja yksittäisen tehtävän suunnitteluun. Samalla tavoin myös hankintojen suunnittelu on nähtävä järjestelmällisesti etenevänä ketjuna koko hankkeen läpiviennin ajan. Tämän takia hankintojen suunnittelu hajautetaan kolmeen päävaiheeseen:

- *tarjousvaiheen hankintojen suunnittelu*
- *toteutusvaiheen hankintojen suunnittelu*
- *yksittäisen hankinnan suunnittelu. (Junnonen 2010.)*

Tarjousvaiheen ja toteutusvaiheen hankintojen suunnittelu on osa koko hankkeen tuotannosuunnittelua. Tavoitteena on, että tuotanto kokonaisuudessaan täyttää sille asetetut tavoitteet. Yksittäisen hankinnan suunnittelulla yritetään varmistaa, ettei hankinta epäonnistuisi ja siten vaarantaisi koko hankkeen suunniteltua toteutusta. (Junnonen 2010.)

Tarjousvaiheen hankintojen suunnittelu perustuu erilaisiin tarjouspyyntöasiakirjoihin, yrityksen hankintapolitiikkaan ja hankkeelle laadittuun perustuotantoratkaisuun. Perustuotantoratkaisu sisältää päätökset kohteen lohkojaosta ja niiden suoritusjärjestyksestä sekä rakennusajasta. Tarjousvaiheessa muodostetaan alustavat hankintakokonaisuudet, tunnistetaan kriittiset hankinnat ja kiirehankinnat sekä suunnitellaan periaateratkaisut,

jotka liittyvät työmaan logistiikka ratkaisuihin. Hankintojen suunnitteluun vaikuttaa myös, mikäli rakennuttaja on määrännyt kohteelle tietyn suoritusjärjestyksen. Tarjousvaiheen hankintojen suunnittelu kohdistuu erityisesti ennakkotarjousten pyytämiseen sekä vaihtoehtojen etsimiseen. Merkittävä osa hankkeen tarjoushinnasta perustuu ennakkotarjouksiin, joilla pyritään pienentämään tarjoushintoihin kohdistuvaa riskiä. (Junnonen 2010.)

Toteutusvaiheen hankintojen suunnittelun ja muun tuotannosuunnittelun on tuettava toisiaan koko hankkeen ajan, jotta tuotanto toteutuu laadittujen aikataulujen mukaisesti. Urakkasopimusasiakirjat, yleisaikataulu, tavoitebudjetti ja hankkeen laatusuunnitelma toimivat hankintojen yleissuunnittelun lähtötietoina. Näiden tietojen pohjalta laaditaan hankintasuunnitelma. Hankintasuunnitelma tehdään heti työmaan alussa yleisaikataulun valmistuttua. Hankintasuunnitelman tärkein osa on hankkeen tuotannonhallinnan kannalta hankintaluettelo. Hankintaluettelossa esitetään hankintakokonaisuudet, joilla tarkoitetaan toimittajakohtaisista yhtenä kauppana tehtäviä aliurakoita tai materiaalihankintoja. Hankintaluettelon teon tarkoituksena on löytää edullisimmat ratkaisut hankintojen suorittamiseksi. Hankintakokonaisuuksille johdetaan kustannustavoitteet tavoitebudjetissa sekä materiaalien tarveajankohdat ja aliurakoiden urakka-ajat yleisaikatauluun. (Junnonen 2010.)

2.4.2 Hankintasuunnitelman valvonta

Hankintasuunnitelmalla valvotaan hankintatapahtumien oikea-aikaista toteutusta ja kustannusten kertymistä sekä tehdään ennusteita hankintojen taloudellisesta lopputuloksesta. Tuotantoaikataulussa tapahtuvat muutokset ja tehdyt kaupat päivitetään heti hankintasuunnitelmaan. Näin varmistutaan siitä, että hankintasuunnitelmassa ovat oikeat ja ajan tasalla olevat tiedot aina käytössä. (Junnonen 2010.)

Hankintasuunnitelman aikatauluvalvonnan tarkoituksena on valvoa, että hankintatapahtumat ja toimitukset tehdään oikea-aikaisesti. Tämä vähentää toimitusajankohdan poikkeamista syntyviä lisäkustannuksia. Työmaan on saatava materiaalit tarve ajankoh-

dan mukaisesti, ja aliurakoiden on käynnistytävä ja edettävä tuotantoaikataulun mukaisesti. Hankintojen kustannusvalvonta perustuu hankkeen aikana ylläpidettäviin hankintaluetteloihin ja -laskelmiin. Peruseriaatteena hankinnoissa on, että hankintakauppojen tavoitteenmukaisuus selvitetään ennen sopimuksen tekemistä. Kustannusvalvonnan pääpaino on sopimuksen tekovaiheessa, kun saatuja tarjouksia verrataan ylläpidettyyn tavoitebudjettiin. Tarvittaessa hankinnan tavoitetta muutetaan lisä- ja muutostöistä sopimisen tai suunnitelmien täydentämisen vuoksi. Toteutuneiden hankintojen tarkailussa sopimukset listataan sitä mukaan, kun hankintakauppoja tehdään. Valvonnassa kirjataan kauppasumma ja kaupan sisältöä vastaavan tavoitteen summa. (Junnonen 2010.)

2.4.3 Yksittäisten hankintojen ohjaus

Jokainen hankintakauppa suunnitellaan yksityiskohtaisesti ennen sopimuksen tekemistä. Tarjouslaskenta- ja tuotannonsuunnitteluvaiheissa tehdyt hankintaratkaisut pohjautuvat kustannuslaskennan tuottamiin panosrakenteisiin, jotka perustuvat etupäässä kustannuslaskijoiden ja tuotannonsuunnittelijoiden mielikuvaan kohteesta ja sen toteutuksesta. Toteutettavat tuotantoratkaisut voivat muuttua näistä toteutuksista ja viime kädessä ne ovat työnjohdon päätettävissä, ja ratkaisut saattavat poiketa huomattavasti hankkeen alkuvaiheessa tehdyistä oletuksista. Hankintojen yleissuunnittelussa tehdyt hankintakokonaisuudet muodostavat rungon hankintojen yksityiskohtaiselle suunnittelulle. Yhden hankintakaupan sopimus- ja ohjausprosessi muodostuu seuraavasta kolmesta päävaiheesta

- *hankinnan valmistelu*
- *hankintapäätös*
- *hankinnan ohjaus ja valvonta. (Junnonen 2010.)*

Ohjaustavoiltaan erilaisia hankintakauppoja ovat

- *aliurakat, jotka sisältävät pelkän työsuorituksen tai työsuorituksen ja siihen liittyvät materiaalit sekä palvelut*

- *materiaalihankinnat, jotka muodostavat yksinomaan materiaalipanoksista eikä kauppoihin sisälly työtä työmaalla*
- *pienet rutiiniosot, jotka pyritään poistamaan sisällyttämällä niitä suurempiin kauppoihin. (Junnonen 2010.)*

2.5 Taloudellinen hallinta

Taloudellinen hallinta perustuu hyvin pitkältä hankintojen hallintaan, koska hankkeen hankinnat muodostavat suurimman osan työmaan kustannuksista. Jos hankintojen hallinta ei ole kunnossa, on myös hankkeen taloudellinen hallinta vaikea toteuttaa hyvin. Taloudellinen hallinta alkaa tarjouslaskentavaiheessa ja päättyy takuutöiden jälkeen.

Taloudellinen hallinta alkaa taloudellisella suunnittelulla, jota tehdään hankkeen tarjouslaskentavaiheessa. Kuten hankintojen hallinnassa mainittiin hankinnat muodostavat suuren osan työmaan kustannuksista. Kun hanketta hinnoitellaan tarjousvaiheessa, tulisi hankintojen hintojen olla mahdollisimman lopullisia. Näin hankkeen kustannukset saadaan arvioitua mahdollisimman hyvin. Suuret materiaali- ja alihankinnat pitää kilpailuttaa jo tarjousvaiheessa, että saadaan mahdollisimman tarkka kokonaiskuva hankkeen budjetista. Tarjouslaskennassa pitää myös huomioida mahdolliset materiaali- ja työ kustannusten nousuvarat hankkeen aikana. Kun hanke on saatu tarjouslaskennassa hinnoiteltu, saadaan hankkeelle tavoitebudjetti. (Junnonen 2010.)

Hankkeen tuotannon alkaessa on kustannuksia seurattava koko hankkeen ajan. Kustannusten seurannan pohjana käytetään hinnoitteluvaiheesta saatua tavoitebudjettia. Hankkeen taloudellisia kustannuksia verrataan tavoitebudjettiin. Jos kustannukset alkavat nousta tavoitebudjetista, pitäisi tähän pystyä reagoimaan heti. Kustannusten noustessa voidaan joutua miettimään miten hanke saadaan vietyä läpi, ettei kustannusten nousu vie hanketta tappiolle. Tällöin voidaan joutua muuttamaan suunnitelmia esimerkiksi toisen rakennustavan ollessa halvempi toteuttaa tai teettää joku vaihe aliurakointina, jos se saadaan halvemmalla, kuin omalla henkilöstöllä tehtynä. (Junnonen 2010.)

2.6 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelman avulla tarkennetaan yleissuunnitelmia ja varmistetaan tehtävän aloitusedellytykset. Tehtäväsuunnittelu on työmaatuotannon johtamisen väline, jolla varmistetaan Junnosen (2010) mukaan

- *yksittäisen tehtävän ajallisten ja taloudellisten tavoitteiden sekä laadullisten vaatimusten saavuttaminen yleisaikataulun ja tavoitearvion mukaisesti*
- *ennen työn aloitusta, että työhön osallistuvilla on yhtenäinen käsitys työn tavoitteista ja vaatimuksista sekä keinoista, joilla tavoitteisiin päästään.*

Tehtäväsuunnittelussa tehtävän tuotannonsuunnittelu-, ohjaus- ja valvontavastuu annetaan osakokonaisuuksista vastaaville henkilöillä. Tehtäväsuunnittelu edellyttää tutustumista ajoissa detaljitason toteutukseen, jolloin työmaahenkilöstöllä on mahdollisuus vaikuttaa suunnitelmiin ja hyväksyttää mahdolliset tuotantoratkaisun muutokset rakennuttajalla. Yksittäisen tehtävän suunnittelussa pääpaino on tehtävän aloitusedellytysten ja suorituksen varmistamisessa. Aloitusedellytysten varmistamiseen kuuluu Junnosen (2010) mukaan

- *edeltävän tehtävän valmistuminen aikataulun mukaisesti*
- *tuotesuunnitelmien valmiuden ja niiden toteutettavuuden tarkastaminen (suunnitelmakatselmus)*
- *teknisten yksityiskohtien tarkastaminen*
- *materiaali- ja tarvikemäärien selvittäminen ja ajoittaminen työkohteittain*
- *tarvittavien työvälineiden luetteloiminen ja niiden saannin varmistaminen*
- *jätteiden keräyspisteiden ja mahdollisen lajittelun selvittäminen.*

Tehtäväsuunnitelma toimii myös tehtävän toteutusmallina, jota tarvitaan lähtötietona työkaupan ja aliurakoiden sopimuksille, hankintapyyntöjen valmisteluun, varastoinnin ja muiden logististen toimintojen järjestämiseen, kone- ja kalustovarausten tekoon sekä laadunvarmistuskeinojen määrittämiseen. (Junnonen 2010.)

Tehtäväsuunnittelussa yhden tehtävän toteuttaminen suunnitellaan kokonaisvaltaisesti ja riittävän tarkasti, jotta tehtävän toteutus täyttää sille asetetut tavoitteet ja vaatimukset. Tehtäväsuunnitelmassa käydään läpi kaikki ne asiat, jotka liittyvät kyseiseen tehtävään. Tehtävälle asetetut tavoitteet ja vaatimukset ovat

- *rakennuttajan tahtoa kuvaavissa sopimusasiakirjoissa, kuten suunnitelmissa, rakennusselostuksessa, työselostuksissa sekä urakkaohjelmassa*
- *urakoitsijan omissa laskenta- ja tuotannonsuunnitteluasiakirjoissa, kuten kustannusarvioissa, aikataulussa sekä yrityksen omissa tiedostoissa ja ohjeissa*
- *aina voimassa olevissa viranomais määräyksissä, kuten työturvallisuuslain säädännössä*
- *sitovissa viranomais määräyksissä, kuten rakennuslupaan liittyvissä ehdoissa*
- *alan yleisessä käytännössä, kuten Rakennustöiden yleisissä laatuvaatimuksissa RYL200-, Ratu-, ja RT-julkaisuissa sekä Betoniyhdistyksen, Suomen Rakennusinsinööriliiton ja Suomen geoteknisen yhdistyksen julkaisuissa. (Junnonen 2010.)*

Tehtäväsuunnitelman tiedot siirretään hankinta-, aliurakka- ja työkauppasopimukseen. Osapuolten yhteinen käsitys tehtävän toteuttamiseen liittyvissä toimenpiteistä varmistetaan tehtävän aloituspalaverissa, joita pidetään työjohdon ja työntekijöiden tai aliurakoitsijoiden työntekijöiden kesken. Samalla kehitetään tehtävän suoritusta ja tarkennetaan lopputuotteeseen liittyviä teknisiä yksityiskohtia. (Junnonen 2010.)

3 KÄYTETTÄVYYS

3.1 Mitä käytettävyys on?

Käytettävyydelle löytyy useita erilaisia määritelmiä kirjallisuudesta. Yleensä määritelmissä käytettävyydellä tarkoitetaan käyttäjän ja laitteen yhteistoimintaa. Hyvän käytettävyyden muodostavat käyttötilanteen opittavuus, virheettömyys, muistettavuus, tehokkuus ja miellyttävyys. (Sinkkonen, Kuoppala, Parkkinen & Vastamäki 2006). Käytettävyys tuotteen ominaisuutena kuvaa, kuinka sujuvasti käyttäjä käyttää tuotteen toi-

mintoja päästäkseen haluamaansa päämäärään (Kuutti 2003). Käytettävyydeltään hyvä eli käyttäjäystävällinen ohjelma tai systeemi on ymmärrettävä, vaivaton, kattava sekä esteettisesti miellyttävä (Wiio 2004).

Käytettävyydestä puhutaan yleensä tietoteknisten laitteiden yhteydessä, mutta mille tahansa laitteelle, esimerkiksi ovelle tai hanalle, voidaan määritellä käytettävyys. Suomen kielessä ei ole erikseen sanaa tietoteknisten sovellusten käytettävyyden arvioinnille. Englanninkielessä termin käytettävyys (usability) rinnalla käytetään usein ihmisen-tietokone-vuorovaikutusta Human-Computer Interaction, HCI tai Computer-Human Interaction, CHI, puhuttaessa tietoteknisten sovellusten käytettävyydestä. (Kuutti 2003.)

3.2 Sovellusten käyttöliittymien käytettävyys

Tässä opinnäytetyössä käytettävyys liittyi mobiililaitteissa käytettävyyteen. Mobiililaitteille tai mobiililaitteiden sovelluksien käytettävyydelle ei löytänyt kirjallisuudesta omia käytettävyyssääntöjä. Tämän takia päädyttiin käyttämään hyväksi yleisiä tietotekniikka-sovelluksien käytettävyyssääntöjä.

Käytettävyyden arviointi perustuu heuristiikkoihin, jotka ovat listoja säännöistä ja ohjeista, joita käytettävyydeltään hyvän käyttöliittymän tulisi noudattaa. On olemassa enemmän yleispäteviä sääntölistoja ja sitten erikoiskäyttöön tarvittavia listoja. Yksi kuuluisimmista ja käytetyimmistä tietotekniikan sääntökokoelmista on niin sanottu Nielsenin lista. Vapaasti suomennettuna Nielsenin (1993) lista on seuraava:

- vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa tulee olla yksinkertaista ja luonnollista
- vuorovaikutuksen tulee käyttää käyttäjän kieltä
- käyttäjän muistin kuormitus tulee minimoida
- käyttöliittymän pitää olla yhdenmukainen
- järjestelmän tulee antaa käyttäjälle kunnollista palautetta reaaliajassa
- ohjelmassa ja sen osissa tulee olla selkeät poistumistiet
- oikopolkuja ja tehokasta työskentelyä tulisi tukea

- virheilmoitusten tulee olla selkeitä ja ymmärrettäviä
- virhetilanteisiin joutumista tulisi välttää
- käyttöliittymässä tulee olla kunnolliset avustustoiminnot ja dokumentaatio.

Tämän sääntölistan hyödyntäminen ja kaikkien kohtien ymmärtäminen vaatii lisää tarkennusta. Tarkastellaan lähemmin mitä Nielsenin listan eri kohdat tarkoittavat.

Vuorovaikutuksen käyttäjän kanssa tulee olla yksinkertaista ja luonnollista. Kaikkein parasta olisi näyttää juuri se informaatio, jota käyttäjä tarvitsee, eikä mitään muuta ja vielä kaiken lisäksi oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Tämä kuulostaa helpolta, mutta tämän toteuttaminen ei ole helppoa. Nykyään sovellusten koko kasvaa, ominaisuuksia tulee lisää ja käyttöliittymien ulkoasu muuttuu versioiden vaihtuessa. Nykyisissä sovelluksissa on paljon ominaisuuksia, joita käyttäjät eivät käytä. Tämä tekee useasti käyttäjän ja sovelluksen välisen vuorovaikutuksen vaikeammaksi, kun käyttäjän pitää löytää tarvitsemansa toiminnot suuremmasta toimintojen joukosta. (Nielsen, J 1993.)

Vuorovaikutuksen tulee käyttää käyttäjän kieltä. Käyttöliittymässä käytettävän kielen ja termien pitäisi olla normaalia arkikieltä. Niin sanottua tietokonekieltä ja -termejä tulisi välttää. Ennen sovelluksen määrittelyä ja suunnittelua olisi hyvää tietää sovelluksen käyttäjäryhmä. Jos sovellus tehdään esimerkiksi lääkäreille, niin silloin siinä voidaan käyttää enemmän ammattikunnan kieltä, mutta yleiseen käyttöön tulevassa sovelluksessa tulisi välttää muuta kuin arkikieltä. (Nielsen, J 1993.)

Käyttäjän muistin kuormitus tulee minimoida. Ihmisen muisti on jaettu kahteen osaan lyhyt- ja pitkäkestoiseen muistiin. Näistä käytettävyyden kannalta tärkeämpi on lyhytkestoisen muisti, koska sieltä asia saadaan palautettua nopeasti käyttöön. Rajoitteena tässä on, että lyhytkestoisen muistin kapasiteetti on hyvin rajallinen, vain 5 – 9 asiaa. Voidaan vaikka ajatella puhelinnumeron muistamista. Jos vilkaistaan numeroa ja sitä kysytään puolen minuutin kuluttua uudestaan, niin on hyvin todennäköistä, että numeroa ei enää muisteta. Vastaavanlaisia muistamistilanteita tulisi välttää sovelluksissa. (Nielsen, J 1993.)

Käyttöliittymän pitää olla yhdenmukainen. Käyttöliittymän tulisi käyttäytyä samalla loogisella tavalla koko sovelluksessa. Samojen toimintojen tulisi siis toimia samalla tavalla koko sovelluksessa ja niiden ulkoasun ja sijoittelun tulisi olla samanlaisia. Sovelluksessa olevat epäjohdonmukaisuudet vaikeuttavat sovelluksen käyttöä ja aiheuttavat helposti ylimääräisiä virhetilanteita. Tämä on erittäin tärkeätä huomioida esimerkiksi oikopoluissa, kuten näppäinyhdistelmä Ctrl-s on normaalisti talletus toiminto, joten sille ei kannata antaa muuta toiminnallista merkitystä. (Nielsen, J 1993.)

Järjestelmän tulee antaa käyttäjälle kunnollista palautetta reaaliajassa. Järjestelmän tulisi antaa käyttäjälle jatkuvaa palautetta, eikä odottaa kunnes käyttäjä on saanut ohjelman virhetilanteeseen. Esimerkiksi sovelluksessa olevaa lomaketta täytettäessä käyttäjälle tulisi heti kertoa virheestä, eikä vasta kun koko lomake on täytetty tai lähetetty. Tämä on varmaan tuttua monille käyttäjille internetissä olevista lomakkeissa, joissa palaute annetaan vasta lomakkeen lähetyksen tai hyväksynnän jälkeen. Toisaalta tarkastusta ei saa tehdä liian aikaisin, kun käyttäjällä on tiedon syöttäminen kesken. Palautteen määrästä ollaan montaa mieltä; toiset sanovat, että sitä on liikaa ja toiset että liian vähän. Jos jokin tehtävä kestää kauan, pitäisi käyttäjälle osoittaa, että järjestelmä tekee jotain ja yli 10 sekuntia kestävässä toiminnoissa täytyisi myös arvioida jäljellä oleva odotusaika. (Nielsen, J 1993.)

Ohjelmassa ja sen osissa tulee olla selkeät poistumistiet. Käyttäjä ei saa jäädä jumiin ohjelman sisälle. Jokaisessa sovelluksen käyttöliittymässä tulisi olla selkeästi esille paikka, josta päästää palaamaan edelliseen käyttöliittymään tai sitten pois kokonaan sovelluksesta. Tosielämässä suurin osa normaaleista arkipäiväisistä toiminnoista on muutettavissa tai peruutettavissa. Tämä on antanut kuvan ihmisille, että asioita voidaan vielä muuttaa tai peruuttaa. Tämän takia on esimerkiksi käyttöjärjestelmiin ja sähköposteihin tulleet roskakorit, joihin poistettavat tiedostot ja sähköpostit siirretään. Roskakorista sitten voidaan jo kerran poistetut tiedostot ja sähköpostit palauttaa. (Nielsen, J 1993.)

Oikopolkuja ja tehokasta työskentelyä tulisi tukea. Ohjelman käytön tulee olla aloittelijalle helppoa vaikka ohjelmasta ei tietäisi kuin muutaman peruseriaatteen, mutta edistyneemmän käyttäjän tulisi pystyä suorittamaan usein tarvittavan toiminnon erityisen

nopeasti. Oikopolkuja on monenlaisia. Yleisimmät oikopolut ovat erilaiset sovelluksissa olevat pikakuvakkeet, näppäinyhdistelmät tai hiiren oikean painikkeen alta avautuvat pikavalikot. Pikakuvakkeet ovat nopea tapa käynnistää toiminto, kun ei tarvitse erikseen etsiä toimintoa valikoista. Vielä paremmaksi asian tekee, jos käyttäjä pystyy itse määrittelemään mitä pikakuvakkeita hänellä on käytössä käyttöliittymässä. Yleisimmin käytössä olevista näppäinyhdistelmistä voidaan mainita seuraavat Ctrl-s (talletus), Ctrl-c (kopiointi) ja Ctrl-v (liitä). Hiiren oikean painikkeen alta avautuvasta valikosta on nopea valita toiminto, kun hiiren kursori on jo valmiina yleensä valikon ylä- tai alireunassa. (Nielsen, J 1993.)

Virheilmoituksien tulee olla selkeitä ja ymmärrettäviä. Virheilmoitukset ovat monessakin mielessä tärkeä osa sovellusta. Virhetilanteissa on aina tapahtunut jotakin normaalia poikkeavaa, joka saattaa hämmentää käyttäjää. Siksi virhetilanteiden asiallinen hoitaminen on mahdollisimman tärkeää. Usein käyttäjä syyttää sovellusta virheestä vaikka sovellus ei ole virhettä aiheuttanut. Todellisuudessa virheen syy on monesti käyttäjän järjestelmästä muodostuvan käsitemallin ja järjestelmän oikean käsitemallin eroavaisuudet. Virheilmoituksien tulee olla neutraaleja ja kohteliaita. Käyttäjä on virhetilanteessa muutenkin hämmentynyt, joten ylimääräinen syyttely ja nolaaminen eivät auta asiaa. Virheilmoituksien pitäisi olla lyhyitä ja selkokieleisiä, ettei käyttäjän tarvitsi etsiä ohjekirjaa tai muuta apua virheilmoituksen tulkintaan. (Nielsen, J 1993.)

Virhetilanteisiin joutumista tulisi välttää. Itse asiassa hyviä virheilmoituksia parempi keino on välttää alun alkaen virhetilanteisiin joutumista. Jotkin toiminnot tiedetään muita virhealttiimmiksi, jolloin suunnittelemalla järjestelmä huolellisesti, voidaan näitä tilanteita ainakin jossakin määrin välttää. Yleisimpiä virhetilanteiden aiheuttajia ovat sovelluksien kohdat, joissa sovellus käyttäytyy erilailla kuin toisessa kohdassa. Esimerkiksi oikopolkujen pitää toimia koko sovelluksessa samalla logiikalla. (Nielsen, J 1993.)

Käyttöliittymässä tulee olla kunnolliset avustustoiminnot ja dokumentaatio. Sovelluksen käyttöliittymän pitäisi olla jo ensimmäisellä kerralla käytettäessä niin helppo, ettei sen käyttämisessä tule suuria vaikeuksia. Käyttöliittymässä avustustoiminnot pitää esittää selkeästi ja niiden tulisi sijaita sovelluksen eri käyttöliittymissä samoissa kohdissa. Näin

sovelluksen käyttäjä löytää helposti paikan mistä saa lisätietoa sovelluksen käytöstä. Sovelluksia tehdessä yleensä dokumentaatio tehdään viimeisenä. Yleensä tälle on perusteena se, ettei dokumentaatiota voitaisi tehdä aikaisemmin kuin sovellus on täysin valmis. Tässä kohdassa ovat usein sovellusprojektin rahat ja tunnit lopussa, joten dokumentaatioon ei enää panosteta riittävästi. Kuitenkin kun ongelmat alkavat, niin kaivetaan esille dokumentaatiot. Jos dokumentaatio ei ole ajan tasalla tai on puutteellista, ei siitä ole paljoa apua siinä vaiheessa. Näin ollen sovelluksen dokumentaatiota pitäisi laatia sovelluksen tekemisen rinnalla, jolloin projektin lopussa riittäisi dokumentoinnin viimeistely. (Nielsen, J 1993.)

Nämä edellä esitetyt Nielsenin listan kohdat pätevät hyvin myös mobiililaitteiden sovellusten kehittämiseen. Tämä yllä oleva lista toimii myös tarkastuslistana, kun tarkastellaan mobiililaitteessa toimivan sovelluksen käytettävyyttä.

4 MOBIILILAITTEET

4.1 Erilaiset mobiililaitteet

Markkinoilla on monenlaisia elektronisia laitteita, joita kutsutaan mobiililaitteiksi. Miten siis määritellään mobiililaitte? Mobiiliudella tarkoitetaan sitä, että tietoa voidaan vastaanottaa ja välittää paikasta riippumatta. Enää ei olla sidoksissa siihen, että täytyy olla esimerkiksi sisätiloissa, kun haluaa saada tai välittää tietoa. Verkkoon ollaan yhteydessä langattomasti. Tätä kautta mukaan tulee myös verkottuneisuus. Mobiililaitteella voidaan olla yhteydessä, ainakin jossain määrin, tietoverkkoihin ja tätä kautta tietokoneisiin, matkapuhelimiin tai muihin laitteisiin. (Lepistö & Syvänen. 2002)

Edellä esitetty määritelmä mobiili sanalle ei määrittele tarkasti minkälaisia mobiililaitteiden pitäisi olla tai minkälaisia yhteyksiä niiden pitäisi käyttää. Tämän takia rajanveto sen välillä mikä on mobiililaitte ja mikä ei, on hyvin vaikeaa. Toisaalta mobiililaitteille ei

ole helppo määrittää yksiselitteistä ominaisuus- ja piirrejoukkoa, jonka perusteella laitetta voitaisiin sanoa mobiililaitteeksi. Usein mobiililaitteiksi mainitaan pelkästään matkapuhelimet, kannettavat tietokoneet ja nyt markkinoille tulleet tablet-tietokoneet. Toisissa paikoissa taas kannettavat tietokoneet jätetään listoista pois, koska ovat kokonsa puolesta liian isoja.

Elektronisen laitteen määrittäminen mobiililaitteeksi on kiinni määrittelyn tekijästä. Kirjallisuudesta ei löytynyt yhtä selvää näkemystä miten määrittely tehdäisiin laitteiden välillä. Seuraavassa luettelossa on esitelty Korpisen (2001) näkemys siitä mitkä ovat mobiililaitteiden tyypillisiä ominaisuuksia:

- *riittävän helppo kuljettaa mukana*
- *ohjelmisto tärkeässä roolissa*
- *paljon ominaisuuksia pienessä koossa*
- *ohjelmointivirheet sietämättömiä*
- *suunnitteluratkaisut saattavat olla peräisin sulautetuista järjestelmistä*
- *nykyään laajennettavuus tärkeää*
- *energiankulutuksen tulisi olla pientä.*

Näitä ominaisuuksia miettiessä tulee edelle esitettyyn mobiililaitteiden listaan erilaisia laitteita lisää. Seuraavia laitteita voitaisiin ainakin kutsua mobiililaitteiksi aikaisemmin mainittujen laitteiden lisäksi: sykemittarit, mp3-soittimet, PDA -laitteet, navigaattorit, jne.

Mobiililaitteiden määrittelyjen perusteena pidetään osassa kirjallisuudessa Weissin (2002) määrittelyä Handheld-laitteelle. Weiss kuvailee Handheld-laitteita kannettaviksi, ilman muiden laitteiden apua toimiviksi, tiedonhallintaan ja kommunikointiin käytettäväksi mobiililaitteiksi. Handheld-laitteen on täytettävä seuraavat kolme vaatimusta:

1. *Laitetta on voitava käyttää ilman kaapeleita, lukuun ottamatta lyhytaikaisia toimia, kuten akun lataamista.*
2. *Laitetta on voitava käyttää niin, että se on käyttäjän kädessä, ei pöydällä.*
3. *Laitteeseen on voitava lisätä ohjelmia, tai sen avulla on oltava mahdollista olla yhteydessä internettiin. (Weiss 2002.)*

Tämä määrittäminen taas sulkee esimerkiksi MP3-soittimet, kannettavat tietokoneet, sykemittarit ja navigaattorit pois mobiililaitteiden piiristä. Nykyisin on siis hyvin monenlaisia laitteita, joita voidaan kutsua nimellä mobiililaitte, riippuen kenen laatimaa määrittäystä käytetään. Yksiselitteisesti ei voida siis määrittää, mitkä laitteet ovat mobiililaitteita ja mitkä eivät.

4.2 Opinnäytetyössä käsiteltävät mobiililaitteet

Mitä mobiililaitteita sitten voitaisiin hyödyntää rakennusyrityksen tuotannonhallinnassa? Jos mietitään näitä aikaisemmin mainittuja mobiililaitteita, niin ainakin kannettavia ja tablet-tietokoneita voidaan hyödyntää, koska ne ovat tietokoneita ja niissä voidaan käyttää suurimmaksi osaksi samoja sovelluksia kuin konttoreissa käytettävissä tietokoneissa. PDA -laitteiden suorituskyky ja käytettävyyden ovat myös sillä tasolla, että niitä voitaisiin hyödyntää myös tuotannonhallinnan eri vaiheissa. Nykyiset älypuhelimet ovat myös kehittyneet viime vuosina suurin harppauksien, joten niidenkin ominaisuudet ovat sellaisella tasolla, että niitä voidaan myös hyödyntää rakentamisvaiheen tuotannonhallinnassa. Perinteisillä matkapuhelimilla voidaan tehdä joitain asioita, mutta perinteisten puhelimien näytöt, prosessoriteho ja käyttöjärjestelmien ominaisuudet estävät niiden todellisen hyödyntämisen.

Nykyään voidaan olettaa, että suurimmalla osalla työelämässä olevilla henkilöillä on käytössään matkapuhelin. Toisaalta harvoilla on käytössä PDA -laitetta tai tablet-tietokonetta. Näiden hankkiminen jokaiselle työntekijälle tuo ylimääräisiä kuluja työnantajille. Kannettavat ja tablet-tietokoneet kuuluvat enemmän konttoreiden työkaluiksi, kuin fyysisesti työmaalla käytettäväksi, koska niitä ei ole suunniteltu toimiviksi rakennustyömaan pölyisissä, kosteissa ja kylmissä olosuhteissa. Näiden edellä mainittujen perusteluiden perusteella opinnäytetyössä keskitytään mobiililaitteista ainoastaan matkapuhelimiin. Jatkossa työssä mobiililaitteiden maininta tarkoittaa pelkästään matkapuhelimia. Mobiililaitteen rajaaminen pelkäksi matkapuhelimeksi on tehty myös siksi, että pysymme tässä opinnäytetyössä keskittymään riittävästi yhteen mobiililaitteeseen, koska

kaikkien erilaisten laitteiden fyysisten ominaisuuksien huomioimiseen ei olisi opinnäytetyön aikarajojen puitteissa aikaa.

4.3 Matkapuhelimien käyttöjärjestelmät

Aikaisemmin puhuttaessa käyttöjärjestelmistä niillä yleensä tarkoitettiin tietokoneiden käyttöjärjestelmiä. Kalliimmissa matkapuhelimeissa, niin sanotuissa älypuhelimissa, on myös vastaavanlainen käyttöjärjestelmä. Toimintaperiaatteiltaan älypuhelimien käyttöjärjestelmät ovat hyvin samanlaisia kuin tietokoneissa. Käyttöjärjestelmä huolehtii laitteiston toiminnasta ja luo alustan, jolla voidaan asentaa ja käyttää muita sovelluksia. Suurin ero älypuhelimien ja tietokoneiden käyttöjärjestelmissä on, että normaalisti älypuhelimien käyttöjärjestelmiä ei voi vaihtaa toiseksi, vaan käyttöjärjestelmä on sidoksissa laitteeseen.

Älypuhelimien käyttöjärjestelmissä ei ole yksi toimittaja pystynyt valtamaan alaa kuten Windows on tehnyt tietokoneiden käyttöjärjestelmissä. Nokian valmistama Symbian käyttöjärjestelmä oli älypuhelimien alkuvaiheessa ylivoimainen ykkönen. Markkinaosuutta on vaikea tarkasti arvioida, koska eri tutkimuslaitokset mittaavat markkinaosuuksia eri parametrien mukaan. Useissa arvioissa mainitaan Symbianin markkinaosuudeksi yli 95 prosenttia, joten tätä voidaan pitää hyvin luotettavana tietona.

Tällä hetkellä älypuhelimien käyttöjärjestelmien markkinoilla ovat muutokset käynnissä. Symbian on menettänyt suurimman käyttöjärjestelmän asemansa Googlen valmistamalle Androidille. Suomessa tilanne on vielä Symbianin eduksi, koska täällä on paljon Nokian puhelimia. Toinen haastaja Androidin lisäksi on Applen kehittämä iOS käyttöjärjestelmä, joka toimii Applen valmistamissa iPhone puhelimissa.

Nämä kolme älypuhelimien käyttöjärjestelmää, Symbian, Android ja iOS, ovat vallanneet suurimman osan älypuhelinmarkkinoista, joten mobiilisovelluksia kehittäessä täytyy ainakin nämä käyttöjärjestelmät huomioida. Nokia on aloittanut vuonna 2011 yhteistyön Microsoftin kanssa ja tulee jatkossa käyttämään Microsoftin Windows Phone -

käyttöjärjestelmää älypuhelimissa. Seuraavien vuosien aikana nähdään kuinka laajalti tämä Microsoftin Windows Phone -käyttöjärjestelmä leviää. Tulevaisuudessa on huomioitava myös siis tämä käyttöjärjestelmä nykyisten lisäksi.

4.4 Matkapuhelimien fyysiset erot

Matkapuhelimien tullessa markkinoille 1990-luvulla olivat niiden fyysiset erot hyvin pieniä. Puhelimet olivat suorakaiteen mallisia, näppäimistö sijaitsi alaosassa ja näyttö näppäimistön yläpuolella. Edelleen markkinoilla olevista puhelimista osa on fyysisesti hyvin samanlaisia, mutta fyysinen koko on pienentynyt ja sen myötä myös paino on pudonnut. Ensimmäisten GSM matkapuhelimien joukossa lanseerattu Nokia 1011 painoi 475g ja sen tilavuus oli 475cm^3 . Kymmenessä vuodessa matkapuhelimien koko ja paino on tippunut neljäsosaan, josta esimerkkinä 2002 julkaistu Nokian 6610 painoi 84g ja tilavuus oli 71cm^3 . (Lindholm, Keinonen, Turkka, Kiljander 2003.) Viime vuosina matkapuhelimien fyysinen koko on alkanut taas kasvamaan, joka johtuu markkinoille tulleista kosketusnäytöllisistä älypuhelimista.

Nokia kehitteli omaa kosketusnäytöllistä matkapuhelintaan 2000-luvun alussa ja julkaisi sen lokakuussa 2003 (Nokia. 23.10.2003.). Silloin kuluttajat eivät olleet vielä valmiita kosketusnäytöllisille matkapuhelimille. Apple julkaisi kesäkuussa 2007 iPhone matkapuhelimen. Se aloitti kosketusnäytöllisten matkapuhelimien suosion räjähdysmäisen kasvun. Nyt kaikilla suurilla matkapuhelimien valmistajilla on useita kosketusnäyttöpuhelimia valikoimissaan.

Tällä hetkellä matkapuhelimet voidaan jakaa neljään suureen ryhmään fyysisten ominaisuuksien ja käytettävyyden mukaan. Perusmatkapuhelimissa on näppäimistö alareunassa ja näyttö näppäimistö yläpuolella. Nokian mallistossa näitä malleja ovat esimerkiksi 2700 Classic, E52 ja C5. Kuviossa 1 on esitelty puhelinmallien kuvat. Näiden matkapuhelimien käyttäminen ja ohjaustapahtumien antaminen tapahtuu näppäimien kautta.



KUVIO 1. Vasemmalta oikealle Nokian mallit 2700 Classic, E52 ja C5. (Nokia 2011.)

Toinen ryhmä matkapuhelimia ovat kosketusnäytölliset matkapuhelimet. Niissä on iso näyttö, joka täyttää suurimman osan matkapuhelimen etuosasta ja puhelimen toimintoja käytetään kosketusnäytön kautta. Nokian mallistossa näitä malleja ovat esimerkiksi N8 ja C7. Kuviossa 2 on esitelty puhelinten kuvat. Näiden puhelinten käyttäminen ja ohjaus tapahtuu pääasiassa kosketusnäytön kautta.



KUVIO 2. Vasemmalta oikealle Nokian mallit N8 ja C7. (Nokia 2011.)

Kolmas ryhmä ovat erilaiset liukukantiset matkapuhelimet. Näistä osa on perusmatkapuhelimia, joihin on saatu isompi näyttö matkapuhelimen etuosaan piilottamalla numeeronäppäimistö liukukannen alle. Kun näppäimistöä tarvitaan, se liukuu näkyviin känny-

kän alta. Toiseen liukukantisten matkapuhelimien ryhmään kuuluvat sellaiset puhelimet, joissa on kokonainen näppäimistö liukukannen alla. Näitä malleja on sekä kosketusnäytöllisiä että näppäimillä käytettäviä versioita. Nokian mallistossa näitä malleja ovat esimerkiksi E7 ja 6700 Slide. Kuviossa 3 on esitelty puhelimen kuvat.



KUVIO 3. Vasemmalta oikealle Nokian mallit E7 ja 6700 Slide. (Nokia 2011.)

Neljäs ryhmä ovat matkapuhelimet, joissa kaikki yleisimmät merkit sisältävä näppäimistö on sijoitettu puhelimen alaosaan ja näyttö näppäimistön yläpuolelle. Näiden matkapuhelimien näppäimistöä kutsutaan QWERTY -näppäimistöksi. Näitä löytyy sekä kosketusnäytöllisiä että näppäimillä käytettäviä versioita. Nämä mallit ovat olleet erittäin suosittuja Yhdysvalloissa, mutta myös Suomessa näitä on yritysasiakkaiden käytössä. Nokian mallistossa näitä malleja ovat esimerkiksi E6 ja C3. Kuviossa 4 on esitelty puhelimen kuvat.



KUVIO 4. Vasemmalta oikealle Nokian mallit E6 ja C3. (Nokia 2011.)

Tämä neljään ryhmään jako on hyvin karkea. Siinä joudutaan tekemään kompromisseja mihin ryhmään mikäkin puhelin kuuluu. Nämä kaikki edellä esitetyt matkapuhelimet ovat tarkoitettu normaaliin käyttöön ja niissä ei ole otettu huomioon esimerkiksi rakennustyömailla tarvittavia pöly- tai roiskevesisuojausja.

4.5 Erikoiskäytön matkapuhelimet

Osa matkapuhelimien valmistajista on tehnyt erikoiskäyttöön matkapuhelimia. Rakennustyömaalla matkapuhelimien erikoisominaisuuksiin olisi hyvä kuulua esimerkiksi roiskeveden- ja pölynsuojaus sekä niiden tulisi kestää pudotusta.

Esimerkkinä erikoiskäyttöön suunnatusta matkapuhelimesta on Nokian 3720, joka on tarkoitettu kovempaan käyttöön ja kestää myös pölyn ja roiskeveden rasitukset. Nokian 3720:lla on annettu sähkötuotteille tarkoitettu IP54-suojausluokitus. Se on kansainvälinen standardi, joka kertoo tuotteen kosteuden, pölyn ja roiskeveden sietokyvystä. Puhelin kestää myös iskut ja pudotukset tiettyynajaan asti. Kuviossa 5 on Nokia 3720.



KUVIO 5. Nokia 3720. (Nokia. 2011)

Yleensä erikoiskäyttöön tarkoitetut matkapuhelimet edustavat peruspuhelimien tekniikkaa lisättynä näillä erikoisominaisuuksilla. Niinpä niiden hyödyntäminen mobiililaitteiden sovelluksissa ei ole kovin helppoa tai sovellusten täytyy olla todella yksinkertaisia.

4.6 Mobiililaitteiden käytettävyys

Shneidermainin ja Plaisantin (2005) mukaan mobiililaitteiden käytettävyydessä avainasemassa ovat oppimisen helppous, virheettömyys ja käytön mielletävyys. Hiltunen, Laukka ja Luomala (2002) mainitsevat kirjassaan mobiililaitteiden käytettävyyden suurimmiksi haasteiksi laitteiden IO-asioiden (input – output) hoitaminen, kuten tietojen syöttäminen ja tulostaminen.

Näihin yllä mainittuihin käytettävyyden asioihin vaikuttaa esimerkiksi mobiililaitteiden fyysinen koko, näyttöjen koko, näppäimistön näppäimien määrä ja muotoilu sekä miten tietoa voi käsitellä näppäimistön ja näyttöjen avulla. Mobiililaitteiden fyysinen koko voisi pienentyä tällä hetkellä tekniikan puolesta, mutta koon pienentäminen huonontaisi käytettävyyttä. Näppäimistö ja näyttö menisivät silloin niin pieniksi, että niiden käyttö olisi vaikeaa. Tämän takia viimeisten vuosien aikana matkapuhelimien fyysinen koko ei ole enää pienentynyt. Nykyisin suosittujen kosketusnäytöllisten matkapuhelimien koko

on jopa kasvanut. Näytön käytettävyyttä lisää sen fyysinen koko ja resoluution määrä. Isommalle ja paremman resoluution sisältävälle näytölle saadaan enemmän informaatiota ja informaatio saadaan esitettyä sen kokoisena, että suurin osa matkapuhelimien käyttäjistä pystyy sen helposti tulkitsemaan. Kosketusnäytöllisten matkapuhelimien suuremmat näytöt ja paremmat resoluutiot antavat paljon enemmän mahdollisuuksia kuin perusmatkapuhelimen pienet näytöt ja näin lisäävät kosketusnäytöllisten matkapuhelimien käytettävyyttä.

Näppäimistöissä on suuret erot. Perusmatkapuhelimeissa on yleensä noin 20 - 25 näppäintä, joissa esimerkiksi kirjoittaessa samassa näppäimessä on 4 eri merkkiä - tällöin käytettävyys ei ole kirjoittaessa parhaimmillaan. Tähän auttaa nykyään matkapuhelimeissa yleistyneet ennakoivat tekstinsyöttöjärjestelmät. Tiedon syöttäminen on helpointa fyysisellä QWERTY -näppäimistöllä varustetuissa kännyköissä, mutta niissäkin on turhan usein pienet näppäimet, jotka vaikeuttavat kirjoittamista ja samalla laskevat käytettävyyttä verrattuna tietokoneen näppäimistöltä tapahtuvaan tiedon syöttämiseen. Kosketusnäytöllisissä matkapuhelimeissa näytölle tulee näppäimistö, jonka kautta pystyy kirjoittamaan. Tosin usein näissä näppäimistön merkit ovat kiinni toisissaan, joka vaikeuttaa kirjoittamista. Samalla näppäimistö käyttää näytön pinta-alasta noin puolet ja näin sovelluksien informaatiolle jää vähemmän tilaa. Tiedon käsittely on helpointa kosketusnäytöllisellä matkapuhelimella, kun näytöllä olevaa tietoa pitää liikuttaa tai rullata sekä suurentaa tai pienentää. Näppäimistön kautta tämä on paljon vaikeampaa ja hitaampaa. Monet muutkin asiat vaikuttavat matkapuhelimien käytettävyyteen, mutta nämä ovat tärkeimmät ominaisuudet sovellusten käyttöä ajatellen.

4.7 Matkapuhelimien sovellusten suunnittelu ja ohjelmointi

Matkapuhelimien sovellusten suunnittelu ja ohjelmointi on hyvin samanlaista kuin tietokonesovellusten ohjelmointi. Matkapuhelimien ohjelmoinnissa pitää kuitenkin ottaa huomioon erilaisia asioita. Puhelimeissa on esimerkiksi hyvin pieni näyttö verrattuna tietokoneissa oleviin näyttöihin. Tämä vaatii käyttöliittymän suunnittelulta ja ohjelmoinnilta enemmän, jotta pienelle näytölle saadaan tarvittavat tiedot ja ne toimivat siinä järke-

västi. Seuraavassa luettelossa on esitelty asioita, joita tulee erityisesti huomioida suunnittelussa ja ohjelmoitaessa sovelluksia matkapuhelimille:

- näytön koko
- prosessorin teho
- muistin määrä
- tiedonsiirron hitaus ja epävakaus
- tietojen syöttäminen
- käytettävyys.

Seuraavissa kappaleissa on tarkemmin kerrottu mitä nämä yllä mainitut asiat vaikuttavat suunnitteluun ja ohjelmointiin sekä miten ne pitäisi ottaa huomioon matkapuhelmien sovelluksissa.

Näytön koko on kosketusnäytöllisten matkapuhelmien myötä kasvanut, kun näppäimistö ei vie tilaa näytöltä vaan koko etuosa voidaan hyödyntää näyttönä. Kosketusnäytöllisten matkapuhelmien näyttöjen koko vaihtelee kolmesta melkein viiteen tuumaan. Matkapuhelmien, joissa on näppäimistö puhelimen etupuolella näytön alla, näyttöjen koko vaihtelee 1,5 ja 2,5 tuuman välillä. Kannettavien tietokoneiden näyttöjen koot vaihtelevat 10 ja 18 tuuman välillä ja irrallisten laajakuvanäyttöjen peruskoot ovat jo yli 20 tuumaa. Nyt kun samaa sovellusta yritetään käyttää näillä eri laitteilla, ei käyttöliittymä voi olla samanlainen kaikille laitteille tai jos on, niin sovelluksen käytettävyys kärsii. Ainoa järkevä ratkaisu on tehdä sovellukselle erilliset käyttöliittymät tietokoneille ja matkapuhelimille. Matkapuhelimille käyttöliittymän suunnittelu kannattaa aloittaa miettimällä, mitä tietoa käyttäjät haluavat katsoa matkapuhelimesta eli onko joitain tietoja, joita voidaan jättää pois. Näin saadaan kenttien määrää pienemmäksi. Kenttien valinnan jälkeen suunnitellaan voidaanko kentistä tehdä pienempiä kokonaisuuksia ja jakaa nämä kokonaisuudet eri välilehdille. Kenttien tyypit tulee valita tarkasti niissä esitettävien tietojen mukaan, koska esimerkiksi tietojen syöttäminen puhelimen näppäimistöltä on hidasta ja virheitä esiintyy useasti, joten paikoissa, joissa voi käyttää valintalistoja, niitä kannattaa käyttää.

Viimeisten vuosien aikana matkapuhelimien prosessorien teho on kasvanut moninkertaiseksi. Nykyisten kosketusnäytöllisten matkapuhelimien prosessorien nopeudet ovat 1Ghz luokkaa. Näin ollen nykyiset matkapuhelimet pystyvät suorittamaan prosessointitehoa vaativia suorituksia itse, mutta kaikkea prosessointitehoa vaativaa työtä ei kannata jättää matkapuhelimien prosessorin tehtäväksi. Jos suoritettavan tehtävän voi tehdä palvelimella missä sovellus sijaitsee, se kannattaa suorittaa siellä, koska palvelimella on aina enemmän prosessointitehoa kuin matkapuhelimessa. Tämä toimintatapa nopeuttaa matkapuhelimissa toimivien sovellusten käyttöä. Toinen tekijä, joka vaikuttaa sovellusten nopeuteen, on matkapuhelimien muistin määrä. Nykyisin se ei enää ole kovin rajoittava tekijä, mutta saattaa haitata kaikkein suurimpien sovelluksien käyttöä matkapuhelimissa.

Matkapuhelimien tiedonsiirrossa on kahdenlaisia ongelmia: tiedonsiirron hitaus ja epävakaus. Etelä-Suomen alueella sekä kaupunkien keskustoissa ja valtaväylillä toimivat nopeat 3G- ja HSDPA -yhteydet. Kaupungeissa päästään hyödyntämään mahdollisesti myös WLAN verkkojakin. Siirryttäessä kohti Pohjois-Suomea nopeiden matkapuhelinverkkojen kuuluvuus heikkenee. Silloin joudutaan käyttämään EDGE- tai GPRS -yhteyttä, joiden nopeus ei ole niin hyvä kuin esimerkiksi 3G -verkon. Taulukossa 1 on esitelty Elisan eri yhteyksien teoreettinen maksiminopeus ja käytännön nopeus.

TAULUKKO 1. Elisan matkapuhelinverkon eri yhteystyyppien maksimi ja käytännön nopeudet. (Superhalpa? Superhidas? Katso halvin nettiliittymä 2011.)

| Yhteystyyppi | Teoreettinen maksiminopeus | Käytännön nopeus |
|--------------|----------------------------|------------------|
| GPRS | 56 Kbit/s | 20 - 40 Kbit/s |
| EDGE | 236,8 Kbit/s | 100 - 150 Kbit/s |
| 3G | 384 Kbit/s | 150 - 200 Kbit/s |
| HSDPA | 114,4 Mbit/s | 2 - 10 Mbit/s |

Sovelluksia suunnitellessa pitäisi osata huomioida myös missä verkossa sovellusta tul-
laan käyttämään. Jos sovellusta käytetään nopeassa verkossa, esimerkiksi HSDPA ver-

kossa, voidaan sovellukseen hakea paljon tietoa datayhteyden kautta, mutta GPRS verkossa tiedon hakemista kannattaa rajoittaa verkon hitauden takia.

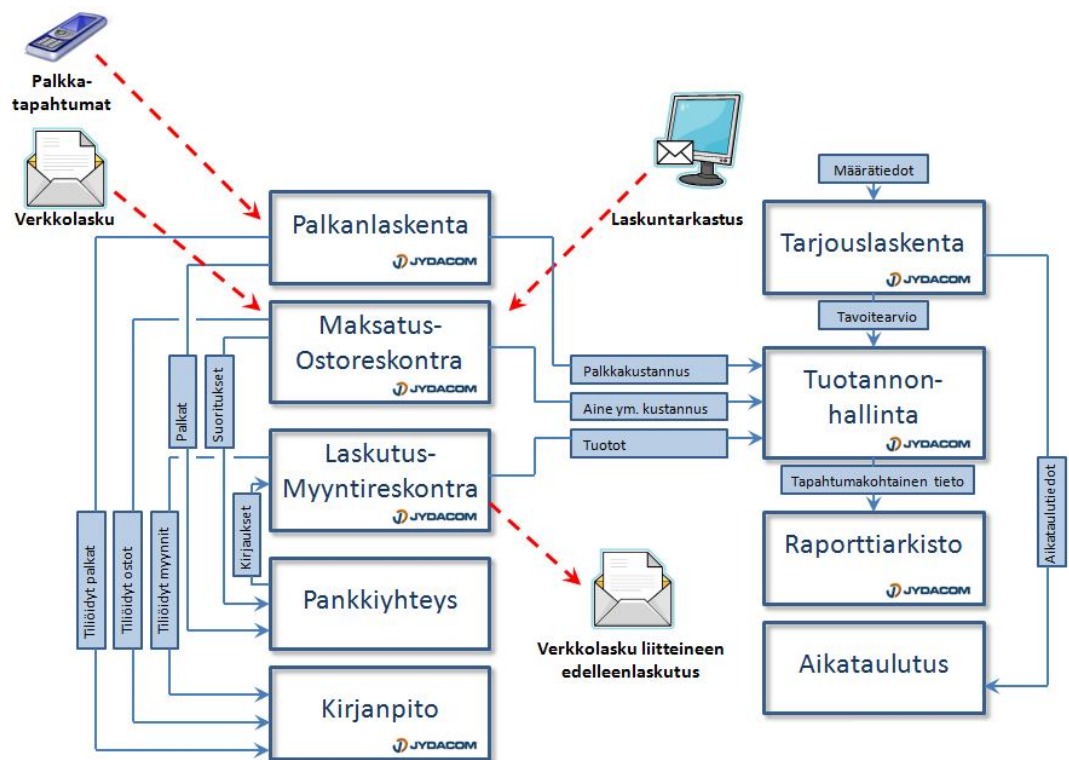
Yhteyden katkeamista tapahtuu matkapuhelimen ja verkon välillä vieläkin esimerkiksi sisätiloissa liikuttaessa. Tätä tapahtuu useammin kuin tietokoneella työskennellessä verkkoon kytkettynä. Yhteyden katkettua sovellusten tiedonhallinta pitää olla suunniteltu ja toteutettu siten, että mahdollisimman vähän tietoa pääsisi katoamaan yhteyden katkeamisen yhteydessä. Uuden yhteyden ottaminen tulisi tapahtua automaattisesti ja käyttäjälle tulisi kertoa mitä ennen katkoa syötetyille tiedoille on tapahtunut.

Matkapuhelimeissa tiedon syöttäminen on usein hankalaa. Suurimmassa osassa matkapuhelimia on näppäimistössä 15 - 25 näppäintä, jolloin yhden näppäimen takana on 3 - 4 merkkiä. Näillä kirjoittaminen on hidasta ja virheiden mahdollisuus kasvaa suureksi. QWERTY -näppäimistöllä voidaan kirjoittaa pitempiä tekstejä, mutta QWERTY -näppäimistöllä varustetut matkapuhelimet eivät ole yleistyneet. Kirjoittamisen vaikeuden takia tulisi sovelluksessa välttää toimintoja, joissa joudutaan kirjoittamaan paljon. Samoin kannattaa käyttää valintalistoja, josta voidaan valita haluttu valinta ja sitä ei tarvitse erikseen kirjoittaa, jolloin kirjoitusvirheiden mahdollisuus saadaan poistettua.

Käytettävyys korostuu mobiililaitteiden sovelluksia suunnitellessa ja ohjelmoidessa. Sovellusta suunnitellessa on tarkkaan otettava huomioon, mitä ratkaisuja käytetään esimerkiksi tietojen syöttämiseen tai valitsemiseen. Suunnitteluvaiheessa on tärkeää miettiä kuinka paljon voimme sijoittaa tietoa yhdelle näytölle. Mobiililaitteissa, joissa on pieni näyttö, tietoja jää helposti näytön ulkopuolelle tai tiedot ovat niin pientä tekstiä, ettei niistä saa selvää. Samoin pitäisi ottaa huomioon erilaisten matkapuhelimien käyttäjät, koska koko käyttäjäryhmä pitää huomioida sovellusta suunnitellessa, jos ei sitten kaikille käyttäjille vaadita hankittavaksi samanlaisia matkapuhelimia, jolloin sovellus voidaan optimoida tälle mallille.

5 JYDACOMIN TOIMINNANOHJAUSJÄRJESTELMÄ

Jydacom valmistaa rakennusalaalla toimiville yrityksille erilaisia sovelluksia. Näissä sovelluksissa on otettu huomioon rakennusalan erityispiirteet, joten sovellukset ovat räätälöity rakennusosalle. Sovellukset voidaan jakaa kahteen pääkokonaisuuteen: talous- ja tuotantosovellukset. Taloussovelluksia ovat mm. myynti- ja ostoreskontra, kirjanpito ja palkanlaskenta. Tuotantosovelluksia ovat mm. tarjouslaskenta ja tuotannonhallinta. Kun nämä sovellukset yhdistetään yhdeksi kokonaisuudeksi syntyy toiminnanohjausjärjestelmä, jolla voidaan ohjata koko yrityksen toimintaa. Kuviossa 6 on esitetty Jydacom toiminnanohjausjärjestelmän tärkeimmät sovellukset. Kuviossa 6 on vasemmalla taloussovellukset ja oikealla tuotantosovellukset. Sovelluksien välissä olevat nuolet ja niihin liittyvät tekstit kertovat millaista tietoa eri sovellusten välillä liikkuu ja kumpaan suuntaan tietoja siirretään.



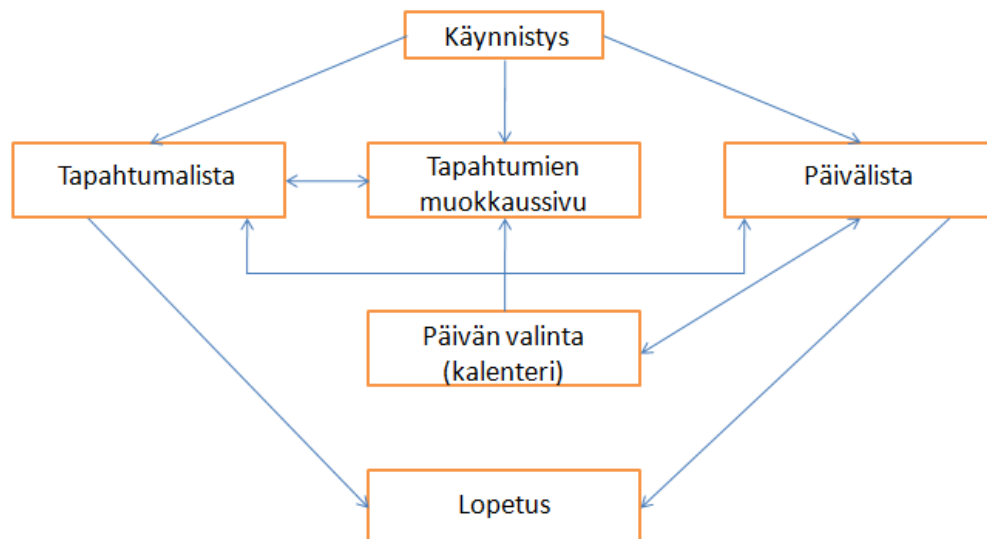
KUVIO 6. Jydacom toiminnanohjausjärjestelmä.

Opinnäytetyön tavoitteena olivat mobiililaitteessa toimivan tuntiseurantasovelluksen seuraavan version toiminnallisuuden määrittäminen ja yleisesti etsiä kohteita mobiililaitteen hyödyntämiseen eri osa-alueilla tuotannonhallinnassa. Mobiililaitteella tapahtuva tuntiseuranta on esitetty kuviossa 6 toiminnanohjausjärjestelmän vasemmassa yläkulmassa matkapuhelimen kuvalla ja nimellä Palkkatapahtumat. Tuotannonhallinnan eri osa-alueita kuvaa taas koko toiminnanohjausjärjestelmän kuva.

6 JD MOB TUNTISEURANTA

JD Mob Tuntiseuranta on mobiililaitteella käytettävä versio tuntiseurantasovelluksesta. Mobiililaitteessa toimivan version pohjana toimii JD Web tuntiseuranta -sovellus. Mobiililaitteita varten on JD Web tuntiseuranta -sovellukseen luotu omat käyttöliittymät, joiden kautta mobiililaitteella voidaan tietoja syöttää, muokata ja tarkastella. Sovellusta käytetään mobiililaitteessa olevalla internet selaimella, joten sovellus ei ole riippuvainen mobiililaitteen käyttöjärjestelmästä. Seuraavana esitellään JD Mob tuntiseuranta -sovelluksen tärkeimmät ominaisuudet.

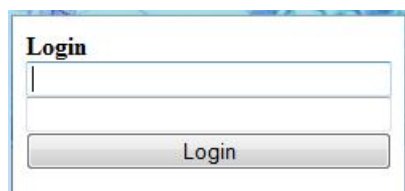
Tuntiseurantasovelluksessa on neljä pääkäyttöliittymää, joiden kautta hoidetaan tunti-kirjaukset ja tapahtumien selaukset. Kuviossa 7 on esitetty tuntiseurantasovelluksen pääkäyttöliittymien siirtymien eri mahdollisuudet eli miten sovelluksessa voidaan liikkua eri käyttöliittymien välillä. Tässä kuviossa ei ole esitetty kaikkia sovelluksen käyttöliittymiä, ainoastaan sovelluksen toiminnallisuuden kannalta tärkeimmät käyttöliittymät.



KUVIO 7. Tuntiseurannan käyttöliittymien siirtymät.

JD Tuntiseurannassa määritellään mihin käyttöliittymään JD Mob Tuntiseuranta -sovellus käynnistyy kirjautumisen jälkeen. Käynnistysvaihtoehtoja voidaan valita kolmesta vaihtoehdosta, jotka ovat Tapahtumien muokkaussivu, Tapahtumalista ja Päivälista. Tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymässä lisätään halutulle päivälle tapahtumia. Tapahtumalista-käyttöliittymässä on kyseiselle päivälle talletetut tapahtumat. Päivälista-käyttöliittymässä on kyseisen viikon työpäivien tapahtumien yhteenlasketut pituudet. Sovelluksen päätoiminnot ovat näissä kolmessa käyttöliittymässä. Päivälistalta uutta tapahtumaa syöttäessä käydään valitsemassa tapahtuman kirjauspäivä, mille uusi tapahtuma halutaan syöttää, päivän valinta -käyttöliittymästä. Näiden eri käyttöliittymien toiminnot on selvitetty seuraavana.

JD Mob Tuntiseuranta -sovellukseen käyttö alkaa siirtymällä internet selaimella JD MOB Tuntiseuranta -sovelluksen Käynnistys-käyttöliittymään. Kuviossa 8 on esitetty tuntiseuranta sovelluksen kirjautumiskäyttöliittymä.



KUVIO 8. JD Mob Tuntiseurannan kirjautumiskäyttöliittymä.

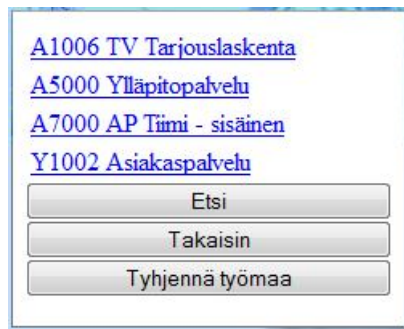
Kun käyttöliittymään on syötetty käyttäjätunnus ja salasana painetaan Login-painiketta, jolloin tuntiseurantasovellus käynnistyy. Tässä esimerkissä on sovellus määritelty käynnistymään Tapahtumien muokkaus -käyttöliittymään. Kuviossa 9 on tuntiseurantasovelluksen Tapahtumien muokkaus -käyttöliittymä.



KUVIO 9. Tapahtumien muokkaus -käyttöliittymä.

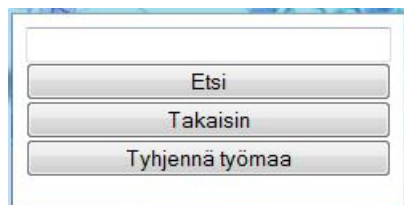
Tapahtumien muokkaus -käyttöliittymään haetaan automaattisesti sovelluksen käynnistuksen yhteydessä käyttäjän JD Tuntiseuranta -sovelluksessa antamat oletustapahtuman tiedot (työmaa, littera ja työlaji). Jos kyseisenä päivänä on tehty oletustyömaalle työtä ja oletuslitteralle, ei käyttäjän tarvitse päivittää kuin työaika käyttöliittymään, jos hän on tehnyt muun kuin normaalin työajan (kuviossa 9 on normaali työaika 7:30h) ja kirjoittaa mahdollisen kuvauksen Lisää kuvaus -linkin taakse. Jos työmaa, littera tai työlajitietoja halutaan muuttaa, käynnistyy linkkiä painamalla uusi käyttöliittymä, josta valinta voidaan muuttaa. Jos esimerkiksi halutaan valita tapahtumalle joku muu työmaa, niin painetaan työmaalinkkiä, jonka jälkeen aukeavasta ikkunasta löytyy henkilölle asetetut suosikkityömaat, josta valinta voidaan tehdä. Kuviossa 10 on painettu työmaalinkkiä

(tässä tapauksessa A7000 AP Tiimi – sisäinen) ja kuviossa 10 on nyt henkilön suosikkityömaat valittavana.



KUVIO 10. Työmaan valinta suosikkityömaiden listasta.

Nyt työmaan valinta voidaan tehdä painamalla työmaan linkkiä, jolloin sovellus palaa Tapahtumien muokkaus -käyttöliittymään ja vaihtaa työmaaksi valitun työmaan. Jos suosikkityömaista ei löydy tapahtumalle oikeaa työmaata, voidaan painaa Etsi-painiketta, jolloin aukeaa uusi ikkuna, josta voidaan haulla hakea haluttu työmaa. Kuviossa 11 on Työmaiden etsintä -käyttöliittymä.

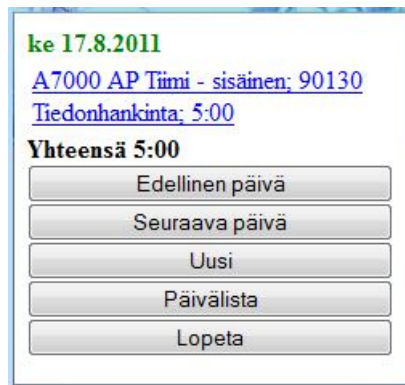


KUVIO 11. Työmaiden etsintä -käyttöliittymä.

Kenttään syötetään haluttu hakuehto, jolla työmaata etsitään ja painetaan Etsi-painiketta, jonka jälkeen sovellus tuo hakuehdon täyttävät työmaat näkyviin. Sen jälkeen painetaan halutun työmaan linkkiä ja sovellus palaa Tapahtumien kirjaus -käyttöliittymään. Samalla tavalla toimivat myös litteran, työlajin ja työajan muuttamiset.

Jos tapahtumalle halutaan syöttää kuvaus, painetaan Lisää kuvaus -linkkiä, jonka jälkeen aukeaa uusi ikkuna, jonka yläreunassa olevaan kenttään syötetään kuvaus. Kun kuvaus

on valmis, painetaan Talleta-painiketta, jolloin kuvauksen tiedot tallentuvat tapahtumalle. Kun kaikki valinnat ovat kohdallaan, voidaan tapahtuma tallettaa painamalla Tallenna-painiketta. Kuviossa 12 on tapahtuman valinnat tehty ja painettu Tallenna-painiketta. Sovellus on siirtynyt Päivän tapahtumien -käyttöliittymään, josta näkee kyseiselle päivälle syötetyt tapahtumat.



KUVIO 12. Päivän tapahtumien -käyttöliittymä.

Jos samana päivänä tehdään työtä usealle työmaalle tai litteralle, ne syötetään yksi kerrallaan Tapahtumien kirjaus -käyttöliittymän kautta. Nyt jos halutaan lisätä uusi tapahtuma samalle päivälle, painetaan Uusi-painiketta, jonka jälkeen sovellus siirtyy Tapahtumien muokkaus -käyttöliittymään. Kuviossa 13 on Tapahtumien muokkaus -käyttöliittymä ja sille voidaan valita seuraavan tapahtuman tiedot.



KUVIO 13. Uuden tapahtuman kirjaaminen Tapahtumien muokkaus -käyttöliittymän kautta.

Seuraavaksi valitaan uuden tapahtuman työmaa, suorite, työlaji, työaika ja kirjoitetaan kuvaus. Tämän jälkeen tapahtuma on valmis talletettavaksi. Kuviossa 14 on uuden tapahtuman tiedot talletettu ja sovellus on palannut Päivän tietojen -käyttöliittymään. Kuviossa 14 on Päivän tapahtumien -käyttöliittymä, jossa on nyt näkyvissä kummatkin talletetut tapahtumat.



ke 17.8.2011

[A7000 AP Tiimi - sisäinen; 90130](#)
[Tiedonhankinta; 5:00](#)

[A1006 TV Tarjouslaskenta; 20151](#)
[Valmistelu; 2:30](#)

Yhteensä 7:30

Edellinen päivä

Seuraava päivä

Uusi

Päivälista

Lopeta

KUVIO 14. Päivän tapahtumien -käyttöliittymä.

Tällä tavalla saadaan tapahtumat kirjattua tuntiseurantasovellukseen mobiililaitteen avulla. Sovelluksen Päivien tapahtumat -käyttöliittymästä voidaan liikkua päivien välillä Edellinen tai Seuraava päivä -painikkeiden avulla. Lisäksi Päivälista näyttää koko viikon päivät ja syötetyt työajat. Kuviossa 15 on esitetty Päivälista-käyttöliittymä.



KUVIO 15. Päivälista-käyttöliittymä.

Päivälista-käyttöliittymästä pystyy selaamaan päivälistoja viikoittain eteen ja taaksepäin Edellinen ja Seuraava viikko -painikkeilla.

Edellä käytiin läpi JD Mob Tuntiseurannan -sovelluksen tärkeimmät ominaisuudet. Tämä oli tuntiseurantasovelluksen lähtötilanne, josta uuden version toiminnallisuuden kehittäminen aloitettiin. Uuden version toiminnallisuus esitellään myöhemmin kappaleessa 8.

7 MUIDEN TOIMITTAJIEN MOBIILIKÄYTTÖISIÄ TUNTISEURANTA-SOVELLUKSIA

Yhtenä osa-alueena uuden version kehitystä oli kartoittaa muiden valmistajien markkinoilla olevia mobiililaitteissa toimivia tuntiseurantasovelluksia. Jydacom kilpailee näiden muiden tuntiseurantasovelluksien valmistajien kanssa. Tämä luonnollisesti esti muiden valmistajien tuntiseurantasovelluksien syvällisen tutkimisen, koska valmistajat eivät luovuta kilpailijoilleen tarkkoja tietoja sovelluksistaan. Tämän takia kilpailevien sovellusten vertailu perustuu internetistä saatuihin tietoihin. Seuraavissa kappaleissa 7.1 – 7.3 on esitelty kilpailijoiden tuntiseurantasovelluksia ja kappaleeseen 7.4 on kerät-

ty yhteenveto kilpailijoiden sovellusten hyvistä ja huonoista ominaisuuksista. Näitä tietoja on käytetty hyväksi kehitettäessä uuden version toiminnallisuutta.

7.1 Timestick-työajanseuranta

Timestick on Perlomera Oy:n työajanseurantasovellus, jolla tuntikirjaukset voidaan tehdä tietokoneelta, leimauspäätteeltä, etätyöpaikoista ja matkapuhelimesta. Opinnäytetyössäni ei käsitellä muita Timestickin ominaisuuksia kuin matkapuhelimella tapahtuvaa tuntikirjausta. Kuviossa 16 on tuntikirjauksen aloituskäyttöliittymä.

KUVIO 16. Timestick tuntikirjauksen aloituskäyttöliittymä.

Tuntikirjaus aloitetaan valitsemalla työntekijä, työtehtävä ja työlaji. Lisäksi voidaan antaa syykoodi ja lisätietoa työstä. Kuviossa 17 on annettu työntekijän, asiakkaan, työtehtävän ja työlajin tiedot käyttöliittymään.

KUVIO 17. Tuntikirjauksen tiedot on syötetty.

Kun tiedot on annettu, painetaan Työ ALKAA -painiketta, jolloin työajan laskeminen aloitetaan. Kun työntekijä lopettaa työn, painetaan Työ PÄÄTTY -painiketta, jolloin työajan laskenta loppuu. Lounas alkaa ja Tauko alkaa -painikkeet katkaisevat työajan laskemisen. Työajan laskeminen sovelluksessa alkaa uudelleen, kun painetaan Lounas päättyy tai Tauko päättyy -painiketta. Työaika info -painikkeen kautta saadaan tieto ollaanko työssä ja mitä työtä tehdään. Samalla näytetään päivän aikana kertynyt työaika ja työaikapankin saldo.

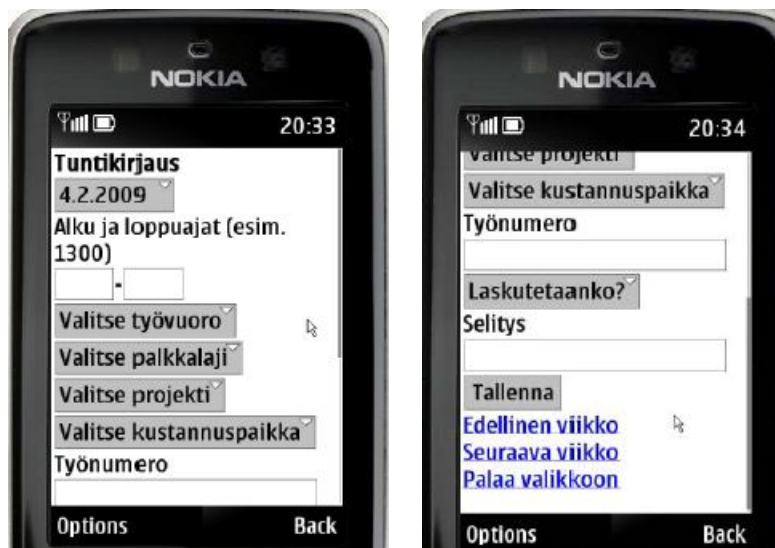
7.2 Kellokortti.fi

Kellokortti.fi on Aacon Oy:n työajanseurantasovellus, jolla voidaan tuntikirjaukset syöttää leimauspäätteeltä, internet selaimelta tai matkapuhelimesta. Opinnäytetyössäni ei käsitellä muita kellokortti.fi ominaisuuksia kuin matkapuhelimella tapahtuvaa tuntikirjausta ja selausta. Kuviossa 18 on Tuntikirjauksen aloitus -käyttöliittymä.



KUVIO 18. Kellokortti.fi Tuntikirjauksen aloitus -käyttöliittymä. (Aacon Kellokortti.fi 2010.)

Näistä kuviossa 18 esitettävistä ominaisuuksista kiinnostavat Uusi tuntikirjaus ja Selaa kirjauksia -toiminnot, joten muita toimintoja ei ole esitelty opinnäytetyössä. Painamalla linkkiä Uusi tuntikirjaus aukeaa kuviossa 19 oleva Tuntikirjauksen-käyttöliittymä.



KUVIO 19. Tuntikirjauksen-käyttöliittymä. (Aacon Kellokortti.fi 2010.)

Tuntikirjaus aloitetaan päivämäärän syöttämisellä, johon sovellus ehdottaa nykyistä päivää. Päivämäärä voidaan muuttamalla klikkaamalla päivämäärä kentän oikeaa ylä-

kulmaa, jolloin aukeaa valikko, josta päivämäärä voidaan valita. Seuraavana kirjataan tuntikirjauksen alku- ja loppuaika. Aika annetaan kirjoittamalla. Sitten valitaan työvuoro, joka tapahtuu painamalla Valitse työvuoro -painiketta josta valitaan oikea työvuoro. Tällä samalla tavalla toimivat palkkalajin, projektin, kustannuspaikan ja laskutetaanko valintojen toiminnot. Työnumero ja Selitys kenttiin kirjoitetaan työnumero ja työn selitys. Kun kaikki tiedot on annettu, painetaan Tallenna-painiketta, jolloin tapahtuman tiedot tallentuvat järjestelmään. (Aacon Kellokortti.fi)

Toinen kiinnostava ominaisuus kellokortin.fi sovelluksessa oli tuntikirjauksien selaus. Kuviossa 20 on Tuntikirjauksien selaus -käyttöliittymä.



KUVIO 20. Tuntikirjauksien selaus -käyttöliittymä. (Aacon Kellokortti.fi 2010.)

Tuntikirjauksien selaus antaa oletuksena nykyisen päivän tiedot siirryttäessä valikosta tuntikirjaukseen. Käyttöliittymässä näytetään kirjauspäivän päivämäärä, tuntikirjauksien alku- ja loppuaika sekä tuntikirjauksen selitys. Käyttöliittymässä voidaan tuntikirjauksia selata päivittäin eteen ja taaksepäin Ed. päivä ja Seur. päivä linkkien kautta. (Aacon Kellokortti.fi)

7.3 Cenno-projektin hallintatyökalu

Cenno projektin hallintatyökalu on Cenno Softwaren valmistama projektinhallintatyökalu, joka sisältää mobiililaitteessa toimivan osuuden, jossa on tuntikirjausominaisuudet. Oppinäytetyössäni ei käsitellä muita mobiilisovelluksen ominaisuuksia kuin tuntikirjaus. Kuviossa 21 on Tuntikirjaukset-käyttöliittymä.



KUVIO 21. Cenno projektinhallinnan työkalu. (Cenno projektinhallinta työkalun ominaisuudet 2010.)

Tuntien kirjaukseen tulee oletuksena päivämäärä (nykyinen päivä). Tuntien kirjaukseen kirjoitetaan tunnit ja valintalistalta valitaan minuutit. Projektin valinta tapahtuu valintalistasta, jossa on käyttäjän projektit. Tehtävien valinta tapahtuu valintalistalta, johon kunkin projektin tehtävät listattu. Valintalista päivittyy projektin valinnan mukaan. Internetsivujen perusteella ei selvinnyt pystytäänkö sovelluksella muokkaamaan, poista-

maan tai selaamaan jo sovellukseen syötettyjä tapahtumia. (Cenno projektinhallinta työkalun ominaisuudet. 2010)

7.4 Yhteenveto muiden toimittajien tuntiseurantasovelluksista

Näiden kolmen esitetyn tuntiseurantasovelluksen lisäksi tutustuin internetissä kolmen muun valmistajan tuntiseurantasovelluksiin. Nämä kaikki sovellukset olivat suomenkielisiä ja ovat Suomessa ostettavissa. Osa perustui kansainväliseen sovellukseen, josta oli tehty suomenkielinen versio. Nämä mobiililaitteissa toimivat tuntiseurantasovellukset ovat osa isompaa tuntiseurantajärjestelmää ja mobiililaitteen tuntikirjaus on vain yksi lisämahdollisuus tuntien kirjaukseen. Yleensä tuntiseurantasovellukset toimivat mobiililaitteissa olevan selaimen kautta, jolloin sovellukset toimivat eri valmistajien mobiililaitteissa ja niitä ei tarvitse räätälöidä eri käyttöjärjestelmille.

Koska sovelluksia yhtä lukuun ottamatta ei päässyt koekäyttämään, on vaikea verrata niiden käytettävyyttä ja toiminnallisuutta. Mainosmateriaalien ja internetistä saatujen tietojen perusteella osa sovelluksista oli tehty vanhemmalla tekniikalla ja niiden käytettävyys ei ole nykypäivän tasolla. Samoin sovelluksien ulkoasut olivat vanhanaikaisia verrattuna nykyisiin Android ja iPhone sovelluksiin. Ainoastaan Cenno-projektin hallintatyökalu oli tehty uudemmalla tekniikalla ja suunnattu iPhone käyttäjille. Näissä sovelluksissa ei ole päästy hyödyntämään uusimpien sovelluskomponenttien ominaisuuksia, jotka helpottavat sovellusten käytettävyyttä. Toisaalta tietokoneessa toimivat internet selaimet eivät tue kaikkia näitä komponentteja, joten niiden hyödyntäminen on vaikeaa mobiililaitteissa. Lisäksi, jos haluttaisiin hyödyntää näiden komponenttien kaikkia ominaisuuksia, pitäisi räätälöidä jokaiselle matkapuhelinkäyttöjärjestelmälle oma versionsa sovelluksesta. Mobiililaitteiden sovellusversiot olivat yleensä hyvin karsittuja ja ne sisälsivät vain pakolliset ominaisuudet, joilla saadaan kirjattua työtapahumien tunnit sovellukseen.

Yksi tärkeimmistä ratkaisuksista näissä sovelluksissa on, että käyttäjän tulee mahdollisimman vähän kirjoittaa näppäimistön kautta tietoja sovellukseen. Yritetään löytää rat-

kaisuja, jolla esimerkiksi tekstin kirjoittamisen sijaan voitaisiin haluttu teksti valita valintalistalta. Tällöin vältetään käyttäjien ylimääräiset kirjoitusvirheet ja käyttäjien on helpompi kirjata asiat sovellukseen.

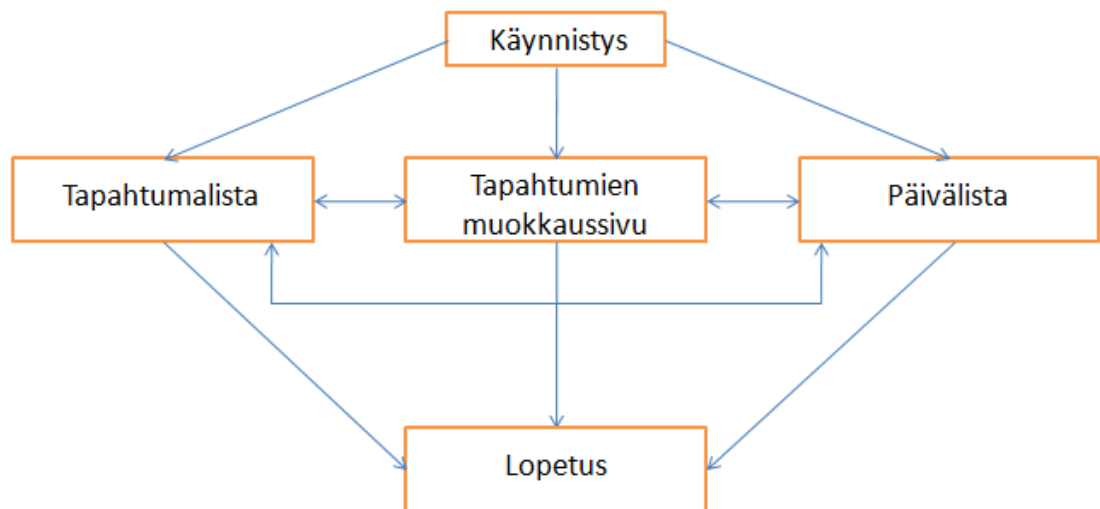
8 JD MOB TUNTISEURANTA -SOVELLUKSEN SEURAAVAN VERSION TOIMINNALLISUUS

Opinnäytetyön ensimmäinen tavoite oli määritellä toiminnallisuus mobiililaitteessa toimivalle JD Mob Tuntiseuranta -sovelluksen seuraavalle versiolle. Toiminnallisuuden määrittäminen aloitettiin tutustumalla nykyiseen JD Mob Tuntiseuranta -sovellukseen. Sovellusta koekäytettiin eri matkapuhelimilla ja tietokoneella. Tämän koekäytön perusteella saatiin kuva sovelluksen hyvistä ja huonoista puolista. Koekäytön yhteydessä tehtiin myös toimintamalli nykyisestä sovellusversiosta, eli kuinka sovelluksessa liikutaan ja miten eri toimintoja voidaan käyttää eri paikoissa. Sovelluksen toimintamalli ja kuinka sovellusta käytetään on esitelty aikaisemmin opinnäytetyön kappaleessa 6. Työn aikana haastateltiin Jydacomin työntekijöitä ja heiltä selviteltiin JD Mob Tuntiseuranta -sovelluksen käytettävyyttä ja sovelluksen yleistä toimintaa. Seuraavissa kappaleissa 8.1 – 8.3 on esitelty JS Mob Tuntiseuranta -sovelluksen toiminnallisuuden kehitysehdotukset seuraavaa versiota varten.

8.1 JD Mob Tuntiseurannan -käyttöliittymät ja siirtymät

Uuden version toiminnallisuuden suunnittelu aloitettiin tarkastelemalla koekäytön aikana kirjattuja muistiinpanoja, joista etsittiin käyttöliittymiin ja niiden siirtymiin liittyviä kirjauksia. Sovelluksessa liikkuminen käyttöliittymästä toiseen on mobiililaitteissa hidasta. Yleensä uuden käyttöliittymän latauksen yhteydessä ladataan myös paljon tietoja, joka hidastaa käyttöliittymän aukaisua. Tämän takia kaikki ylimääräiset käyttöliittymät ja niiden väliset siirtymiset kannattaa minimoida, että sovelluksen käyttö olisi nopeaa hitaissakin matkapuhelinverkoissa.

Näiden edellisessä kappaleessa mainittujen syiden ja koekäytössä huomattujen puutteiden perusteella uuden version pääkäyttöliittymistä tullaan yksi poistamaan ja käyttöliittymien välisiä siirtymiä tullaan yhdenmukaistamaan. Kuviossa 22 on esitetty uuden version pääkäyttöliittymät ja niiden väliset siirtymät.



KUVIO 22. Uuden version pääkäyttöliittymät ja niiden väliset siirtymät.

Nykyisen version pääkäyttöliittymien ja niiden väliset siirtymät on esitetty sivulla 54 kuviossa 7. Kuvioita verratessa huomataan, että Päivän valinta -käyttöliittymä on poistettu. Tämä käyttöliittymä on poistettu, koska siinä valittiin ainoastaan päivämäärä, jolle Tapahtuman muokkaussivu -käyttöliittymässä syötettävä tapahtuma tehdään. Uudessa versiossa tämä päivän valinta tehdä Tapahtuman muokkaussivu -käyttöliittymässä, jolloin uudessa versiossa ei tarvita Päivän valinta -käyttöliittymää. Tämä nopeuttaa siirtymistä Päivälista -käyttöliittymästä tapahtuman muokkaussivu -käyttöliittymään, koska välissä ei tarvitse ladata yhtä ylimääräistä käyttöliittymää.

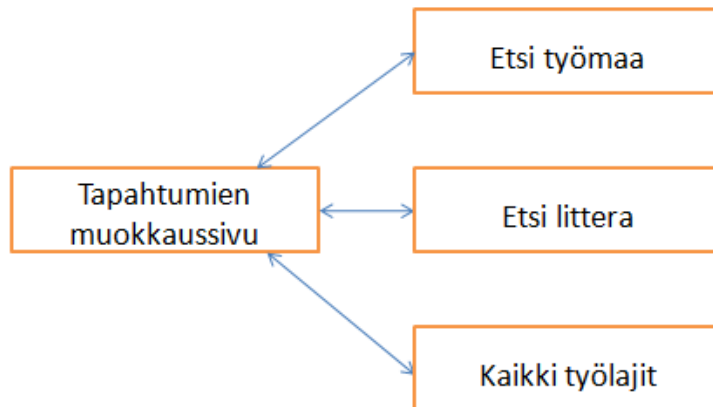
Sovelluksen käynnistymisen voi edelleen valita kolmeen eri käyttöliittymään. Näin käyttäjä voi itse määritellä mihin käyttöliittymään hän haluaa sovelluksen käynnistyvän. Halusin toteuttaa samoin myös sovelluksen lopetuksen. Nykyisessä versiossa sovelluksen pystyi lopettamaan vain Tapahtumalista- tai Päivälista-käyttöliittymistä. Tämän takia

tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymästä piti aina siirtyä toiselle käyttöliittymälle, josta sovelluksen sai lopetettua. Nyt uudessa versiossa sovellus voidaan lopettaa kaikista kolmesta pääkäyttöliittymästä.

Halusin myös mahdollistaa kaikista pääkäyttöliittymistä helpon siirtymisen toisiin pääkäyttöliittymiin, ettei turhaan tarvitse välillä ladata toista käyttöliittymää, jonka kautta on vasta mahdollista siirtyä toiseen käyttöliittymään.

Kun oli määritelty sovelluksen pääkäyttöliittymät ja niiden väliset siirtymät, siirryttiin määrittelemään Tapahtuman muokkaussivu -käyttöliittymää. Suurimmat ongelmat tapahtumien syöttämisessä tulee, kun halutaan syöttää tapahtumia muille kuin oletus työmaalle, litteralle tai työlajille. Näissä tapauksissa joudutaan aina lataamaan uusia käyttöliittymiä valintaa tehdessä. Pahimmissa tapauksissa joudutaan lataamaan tapahtumien syöttämisen yhteydessä kahdeksan eri käyttöliittymää Tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymän lisäksi. Tämä tekee uuden tapahtuman syöttämisen todella hitaaksi ja käyttäjien aika kuluu suurimmaksi osaksi odotteluun, että käyttöliittymät avautuisivat matkapuhelimessa.

Uudessa versiossa on Tapahtuman muokkaussivu -käyttöliittymän yhteydessä olevien käyttöliittymien lukumäärä saatu vähennettyä kahdeksasta kolmeen käyttöliittymään. Nyt, vaikka pitäisi käydä kaikissa käyttöliittymissä tapahtuman syöttämisen yhteydessä, ei tarvitse ladata kuin kolme käyttöliittymää entisen kahdeksan sijaan. Kuviossa 23 on esitelty Tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymä ja siihen liittyvät käyttöliittymät sekä niiden väliset siirtymät.



KUVIO 23. Tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymä ja siihen liittyvät käyttöliittymät sekä niiden väliset siirtymät.

Tapahtumien muokkaussivun -käyttöliittymän ja siihen liittyvien käyttöliittymien toiminnot käydään tarkemmin lävitse seuraavassa kappaleessa.

8.2 JD Mob Tuntiseurannan käyttöliittymien toiminnot ja ulkoasu

Kun oli määritelty sovellukseen kuuluvat käyttöliittymät ja niiden väliset siirtymät, oli määrittelyvuorossa käyttöliittymien ulkoasu ja niihin tulevien toimintojen toteutustavat. Seuraavissa kappaleissa on esitelty pääkäyttöliittymät yksityiskohtaisemmin.

8.2.1 Tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymä

Nykyisen version tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymä on esitelty sivulla 57 kuviossa 7. Uuden version käyttöliittymä on esitelty kuviossa 24.

1. 31.8.2011

2. A7000 AP Tiimi - sisäinen

3. 90130 Tiedonhankinta

4. Työ

5. 7 30

6.

7. Tallenna

8. Peruuta

9. Tapahtumalista

Päivälista

Lopeta

KUVIO 24. Uuden version Tapahtumien muokkaussivu -käyttöliittymä.

Kuvioon 24 on numeroitu nyt käyttöliittymään tulevat muutokset verrattuna aikaisempaan versioon. Seuraavassa luettelossa on esitelty käyttöliittymään tulevat muutokset numerojärjestyksessä.

1. Tapahtuman päivämääräkenttä on valintalista, jossa oletuksena on käyttöliittymään tullessa nykyinen päivä. Kentän päivämäärää voidaan muuttaa valitsemalla valintalistalta toinen päivä tai valintalistan oikealla puolella olevista nuolista painamalla siirtyä päivä kerrallaan eteen tai taaksepäin.
2. Tapahtuman työmaakenttä on valintalista, jossa oletuksena on käyttöliittymään tullessa käyttäjän oletustyömaa. Valintalistalta löytyy käyttäjän suosikkityömaat. Jos työmaaksi halutaan muu kuin oletus- tai suosikkityömaa, painetaan valintalistan oikealla puolella olevaa suurennuslasi -painiketta, joka avaa työmaan etsintäkäyttöliittymän.
3. Tapahtuman litterakenttä on valintalista, jossa oletuksena on käyttöliittymään tullessa käyttäjän oletuslittera. Valintalistasta löytyy käyttäjän suosikkilitterat. Jos litteraksi halutaan muu kuin oletus- tai suosikkilittera, painetaan valintalistan

oikealla puolella olevaa suurennuslasipainiketta, joka avaa litteran etsintäkäyttöliittymän.

4. Tapahtuman työlajikenttänä on valintalista, jossa oletuksena on käyttöliittymään tullessa käyttäjän oletustyölaji. Valintalistasta löytyy käyttäjän suosikkityölajit. Jos työlajiksi halutaan muu kuin oletus- tai suosikkityölaji, painetaan valintalistan oikealla puolella olevaa suurennuslasipainiketta, joka avaa työlajin etsintäkäyttöliittymän.
5. Tapahtuman työaikakenttänä on kaksi erillistä valintalistaa. Toisessa valintalistassa on tunnit ja toisessa minuutit (tai esimerkiksi ajat 15 minuutin välein). Kentissä on oletuksena työntekijän normaali työaika. Kun päivälle syötetään useampi tapahtuma, tulee kenttiin oletuksena ajaksi normaali työaika miinus syötettyjen tapahtumien summa. Kenttien tunnit ja minuutit voidaan muuttaa valitsemalla valintalistalta toinen valinta tai valintalistojen oikealla puolella olevista nuolista painamalla siirtymään tunti tai minuutti kerrallaan eteen tai taaksepäin.
6. Tapahtuman kuvauskenttänä on tekstikenttä, joka on tyhjä käyttäjän tullessa käyttöliittymään. Käyttäjä voi syöttää kenttään vapaasti tekstiä työn kuvaukseksi.
7. Tapahtumalistapainike, josta sovellus siirtyy Tapahtumalista-käyttöliittymään.
8. Päivälistapainike, josta sovellus siirtyy Päivälista-käyttöliittymään.
9. Lopetuspainike, josta sovellus suljetaan.

Näillä muutoksilla saadaan tapahtumien muokkaaminen helpommaksi ja nopeammaksi käyttäjille sekä samalla parannetaan sovelluksen käytettävyyttä. Tapahtumien muokkaaminen helpottuu, kun sovelluksessa otetaan käyttöön valintalistat, josta voidaan tehdä valinnat. Näin ei tarvitse siirtyä uuteen käyttöliittymään, kun halutaan tietoja kentissä vaihtaa. Tämä tietenkin vaatii sovelluksessa, että käyttäjille päivitetään suosikkilistat (työmaat, litterat ja työlajit) kuntoon JD-Tuntiseurannassa. Jos tätä ei tehdä, niin valintalistojen tiedot eivät ole ajan tasalla ja tietojen hakemiseen täytyy avata etsintäkäyttöliittymät. Tapahtumat saadaan nyt useammin syötettyä aukaisematta uusia käyttöliittymiä. Se nopeuttaa tapahtumien syöttämistä, koska varsinkin hitaassa verkossa uusien käyttöliittymien lataaminen on hidasta. Käytettävyys paranee, kun ei tarvitse siirtyä käyttöliittymästä toiseen tapahtuman syöttämisen yhteydessä. Lisäksi tapahtu-

mien muokkaus -käyttöliittymästä pääsee siirtymään Päivälista ja Tapahtumalista-käyttöliittymiin sekä lopettamaan ohjelman, jota ei aikaisemmin voinut tehdä tästä käyttöliittymästä.

8.2.2 Tapahtumalista-käyttöliittymä

Nykyinen versio Tapahtumalista-käyttöliittymästä on esitelty sivulla 58 kuviossa 14. Uuden version käyttöliittymä on esitelty kuviossa 25.



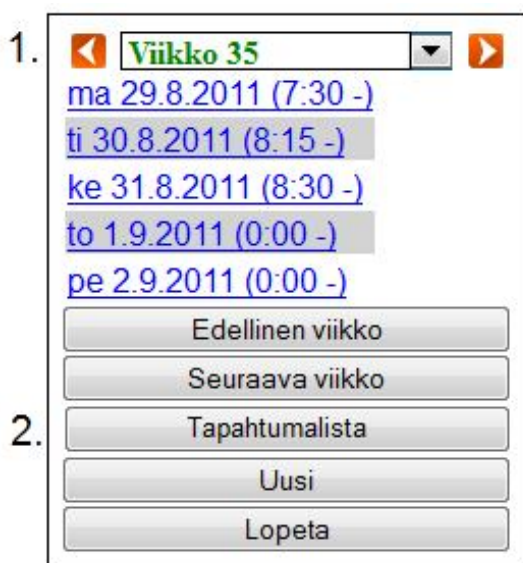
KUVIO 25. Uuden version tapahtumalista-käyttöliittymä.

Tapahtumalista-käyttöliittymän toimintaan ei tullut kuin yksi muutos. Muutos koski päivän valintaa. Ennen ei voinut liikkua kuin päivä kerrallaan painikkeilla Seuraava päivä ja Edellinen päivä. Nyt käyttöliittymään lisättiin päivämääräkentäksi valintalista, josta voidaan valita päivä, jolle siirrytään. Lisäksi valintalistan oikealle ja vasemmalla puolelle lisättiin nuolipainikkeet, jolla voidaan liikkua myös päivä kerrallaan eteen ja taaksepäin. Tällä valintalistamuutoksella mahdollistetaan nopeasti siirtyminen useamman päivän päähän yhdellä käyttöliittymän latauksella. Nykyisessä versiossa esimerkiksi viiden päi-

vän taaksepäin siirtyminen vaati viisi latausta käyttöliittymässä. Tämä luonnollisesti hidasti sovelluksen käyttöä.

8.2.3 Päivälista-käyttöliittymä

Nykyisen version Päivälista-käyttöliittymä on esitelty sivulla 59 kuviossa 15. Uuden version käyttöliittymä on esitelty kuviossa 26.



KUVIO 26. Uuden version tapahtumalista-käyttöliittymä.

Tapahtumalista-käyttöliittymään tuli kaksi muutosta. Ensimmäinen niistä oli viikkokentän muuttaminen valintalistaksi, joka mahdollistaa viikon vaihtamisen kerralla useamman viikon päähän entisen edellisen tai seuraavan viikon valintojen lisäksi. Tämä valintalistan lisääminen nopeuttaa käyttöä, jos halutaan siirtyä kerralla useampi viikko esimerkiksi taaksepäin. Ennen piti ladata käyttöliittymä yhtä monta kertaa kuin viikkoja siirryttiin, muutoksen jälkeen voidaan siirtyä esimerkiksi neljän viikon päähän yhdellä käyttöliittymän latauksella. Toinen muutos oli Tapahtumalista-painikkeen lisäys käyttöliittymään, jonka kautta voidaan siirtyä tapahtumalistaan. Ennen tämä toiminto toimi ainoastaan klikkaamalla ylhäällä olevia päivämäärälinkkejä.

8.3 Uuden version muutoksien yhteenveto

Sovelluksen suurimmat muutokset voidaan jakaa kolmeen eri ryhmään:

1. käyttöliittymien määrän vähentäminen
2. sovelluksessa liikkumisen helpottaminen
3. tapahtuman kirjaamisen muutokset.

Seuraavissa kappaleissa olen esitellyt tarkemmin mitä näillä muutoksilla tarkoitetaan sovelluksessa.

Sovelluksen käyttöliittymien määrä pieneni 12 käyttöliittymästä 6 käyttöliittymään. Tällä muutoksella saadaan sovelluksen käyttäminen selkeämmäksi, kun käyttöliittymiä on vähemmän ja käyttäjän on helpompi tietää missä kohdassa sovellusta hän on. Samalla sovelluksen käyttö nopeutuu, kun käyttöliittymien välisiä liikkumisia saatiin vähennettyä. Vähentäminen tehtiin pääkäyttöliittymissä lisäämällä ja yhdistelemällä eri käyttöliittymien toimintoja. Kuitenkin pyrittiin siihen, ettei käyttöliittymiin tule liikaa toimintoja, vaan käyttäjän on helppo hallita käyttöliittymissä olevia toimintoja.

Sovelluksessa liikkumiseen vaikutti jo edellisessä kohdassa kerrottu käyttöliittymien vähentäminen, koska käyttöliittymien vähentäminen vähentää liikkumisen mahdollisuuksia. Samalla käyttöliittymiin tuli enemmän toiminnallisuutta, joka vähentää myös liikkumisen tarvetta käyttöliittymien välillä. Käyttäjä voi edelleen määritellä mihin käyttöliittymään sovellus käynnistyy ja nyt myös kaikista pääkäyttöliittymistä voi sovelluksen lopettaa, näin vähennetään lopetuksen yhteydessä aikaisemmin tarvittuja käyttöliittymästä toiseen siirtymisiä.

Tapahtumien muokkaussivu koki suurimmat muutokset uuden version määrittelyn yhteydessä. Aikaisemmassa versiossa tapahtuman muokkaamisen yhteydessä saatettiin joutua käymään kahdeksassa eri käyttöliittymässä, ennekuin tapahtuma oli saatu syötettyä sovellukseen. Nyt käyttöliittymien määrä saatiin vähennettyä neljään käyttöliittymään. Lisäksi käyttöliittymien väliseen liikkumisen tarpeeseen on kiinnitetty erityisesti

huomiota. Samalla käyttöliittymän komponentteja on päivitetty, jolloin niistä oikeiden valintojen tekeminen on nopeampaa kuin ennen. Nämä kaikki yllä mainitut ominaisuudet helpottavat ja nopeuttavat tapahtumien kirjaamista. Samalla sovelluksen käytettävyyttä saadaan parannettua huomattavasti.

9 MOBIILILAITTEIDEN HYÖDYNTÄMINEN TUOTANNONHALLINNASSA

Opinnäytetyön toinen tavoite oli löytää kohteita rakennusyrityksien rakentamisvaiheen tuotannonhallinnosta, joissa mobiililaitetta voitaisiin hyödyntää. Kohteet voivat olla nykyisiä tietokoneella käytettäviä sovelluksia, jotka muutetaan toimimaan mobiililaitteissa tai sitten täysin uusi sovellusalueita, joita voitaisiin hyödyntää mobiililaitteissa. Seuraavissa luvuissa 9.1 – 9.6 on käyty läpi eri tuotannonhallinnan osa-alueet ja esitelty minkälaisia kohteita niistä voisi löytyä, joissa voisi hyödyntää mobiililaitetta.

9.1 Ajallinen hallinta

Ajanhallintaan Jydacomilla ei ole tuotevalikoimassaan omaa sovellusta. Jydacomin JD-Tarjouslaskenta sovelluksesta saadaan siirrettyä tietoja aikataulun pohjaksi muiden toimittajien aikataulusovelluksiin. Aikataulut esitetään yleensä taulukkomuotoisina jana-aikatauluina. Tämän tiedon siirtäminen mobiililaitteeseen ei ole kovinkaan järkevää, koska mobiililaitteiden näyttöjen koko on liian pieni matriisimuotoisten aikataulujen seuraamiselle.

Tuotannon aikataulujen valvonnan työkaluna käytetään valvontavinjettejä. Valvontavinjetistä voidaan tehdä sovellus, jota käytettäisiin mobiililaitteessa. Kuviossa 27 on esitelty kuva valvontavinjetistä.

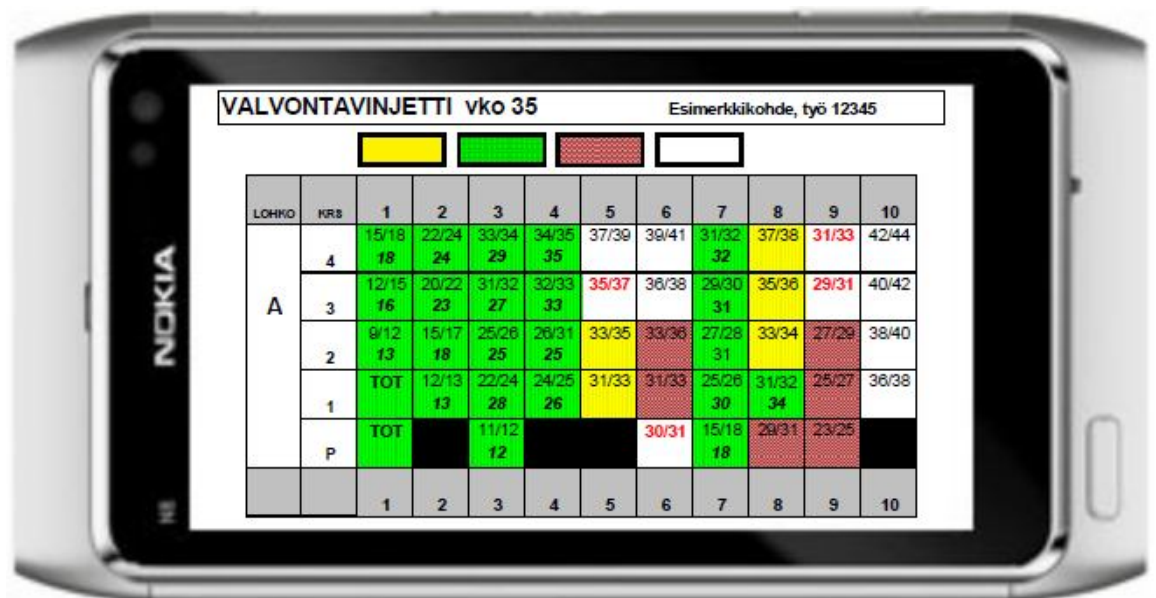
| VALVONTAVINJETTI vko 35 | | | | | | | | | | | | Esimerkkikohde, työ 12345 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-----|---|--------------------|----------------------------|-----------------|-------------------------|------------------|------------------|-------------|----------------|---------------|---------------------------|---|--|--|--|-----------------------|--|--|--------------------|--|--|---------------------------------|--|--|--------------------------------------|--|--|------------------------------|
| MERKINNÄT: | | <table><tr><td>XXX</td><td>X</td><td>Työtä ei aloitettu (aloitusviikko/lopetusviikko/valmistumisviikko)</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Työvaihe on käynnissä</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Työvaihe on valmis</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Työvaihetta ei ole ko. mestalla</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Työvaihe on käynnissä mutta myöhässä</td></tr><tr><td></td><td></td><td>Työtä ei aloitettu, myöhässä</td></tr></table> | | | | | | | | | | XXX | X | Työtä ei aloitettu (aloitusviikko/lopetusviikko/valmistumisviikko) | | | Työvaihe on käynnissä | | | Työvaihe on valmis | | | Työvaihetta ei ole ko. mestalla | | | Työvaihe on käynnissä mutta myöhässä | | | Työtä ei aloitettu, myöhässä |
| XXX | X | Työtä ei aloitettu (aloitusviikko/lopetusviikko/valmistumisviikko) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Työvaihe on käynnissä | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Työvaihe on valmis | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Työvaihetta ei ole ko. mestalla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Työvaihe on käynnissä mutta myöhässä | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Työtä ei aloitettu, myöhässä | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LOHKO | KRS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A | 4 | 15/18 18 | 22/24 24 | 33/34 29 | 34/35 35 | 37/39 | 39/41 | 31/32 32 | 37/38 | 31/33 | 42/44 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3 | 12/15 16 | 20/22 23 | 31/32 27 | 32/33 33 | 35/37 | 36/38 | 29/30 31 | 35/36 | 29/31 | 40/42 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | 9/12 13 | 15/17 18 | 25/26 25 | 26/31 25 | 33/35 | 33/36 | 27/28 31 | 33/34 | 27/29 | 38/40 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | TOT 13 | 12/13 28 | 22/24 26 | 24/25 26 | 31/33 | 31/33 | 25/26 30 | 31/32 34 | 25/27 | 36/38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P | TOT | | 11/12 12 | | | 30/31 | 15/18 18 | 29/31 | 23/25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Runkoelementit | Pintabetonilattiat | Väliseinien kiinteät otsat | Jäähdytysrungot | IV-runko-/haara-asennus | Väliseinämuuraus | Sprinklerirungot | Lämpöjohdot | Levyväliseinät | Kaapelihyllyt | jne. | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

KUVIO 27. Valvontavinjetti.

Valvontavinjetillä valvotaan aikataulussa olevien työvaiheiden tilaa ja valmistumista. Valvontavinjetissä käytetään työvaiheiden tilojen merkitsemiseen värejä, jolloin saadaan nopeasti kokonaiskuva hankkeen tämän hetkisestä aikataulutilanteesta. Kuviossa 27 on esitetty esimerkki valvontavinjetin toiminnasta. Taulukon soluihin on merkattu työvaiheen aloitus-, lopetus- ja valmistumisviikko. Taulukossa olevat vihreät solut ovat valmiita työvaiheita. Keltaiset solut ovat käynnissä olevia työvaiheita. Ruskeat solut työvaiheita, jotka ovat käynnissä, mutta jäljessä aikataulusta. Valkoiset solut, joissa aloitus- ja lopetusviikko ovat punaisella, ovat työvaiheita, joita ei ole käynnistetty ja ovat myöhässä. Kun katsotaan kuviota 27, niin alkuosan työvaiheet ovat valmiita (vihreä väri) ja suurin osa on valmistunut ajallaan. Kuvion keskellä huomataan, että IV-runko- /haara-asennukset ovat käynnissä 1 ja 2-kerroksessa. Työt olisi pitänyt aloittaa myös 3-kerroksessa, mutta ovat nyt myöhässä. Samoin väliseinämuuraukset olisi pitänyt aloit-

taa pohjakerroksessa sekä 1 ja 2-kerroksen työt ovat myöhässä. Tämä valvontavinjetin esitystapa on hyvin selkeä ja siitä saa nopeasti selville työvaiheiden tilanteen.

Valvontavinjettiä voitaisiin helposti myös käyttää mobiililaitteen avulla. Mobiililaitteeseen tulisi vastaava taulukko, jota voitaisiin sitten päivittää työmaalla liikkuesssa. Samalla tiedot siirtyisivät sähköisesti tietojärjestelmään, jossa valvontavinjettiä ylläpidetään. Tässä mallissa työmaan mestari voisi liikkuessaan työmaalla päivittää mobiililaitteen kautta eri työvaiheiden tilanteen suoraan järjestelmään, josta sitten muut hankkeeseen osallistuvat henkilöt näkisivät heti mikä on hankkeen tilanne aikataulujen suhteen. Kuviossa 28 esimerkki valvontavinjetin ulkoasun toteutuksesta mobiililaitteeseen.



KUVIO 28. Mobiililaitteversio valvontavinjetistä.

Valvontavinjetin taulukon solujen tilaa voidaan päivittää kahdella eri tavalla. Valvontavinjetistä valitaan solu, jota halutaan päivittää. Tämän jälkeen painetaan yläreunassa olevista värillisistä painikkeista sitä painiketta, johon tilaan työvaihe halutaan muuttaa. Nyt sovellus päivittää solun värin valinnan mukaan. Samalla sovellus päivittää myös viikotiedot oikeiksi eli esimerkiksi työn valmistumisviikon soluun, jos valitaan painike, että työ on valmis. Toinen tapa päivittää solun tietoja on aukaista solun takana olevat tiedot. Solu aukeaa tuplaklikkaamalla haluttua solua. Tämän jälkeen sovellus aukaisee uuden

käyttöliittymän, jossa on tarkempaa tietoa aikataulusta. Kuviossa 29 on kuvattu yksi mahdollisuus mitä tietoa se voisi sisältää.

Valvontavinjetti / viikko 35

Aikataulukohde:
Väliseinämuuraus / 2 kerros

Aikataulun mukainen aloitus ja lopetus: 33 / 36

Työt alkoi kohteessa: 35

Miksi aloitus myöhästyi?
Edellinen kohde myöhässä

Lisä selvitys myöhästymisestä:

Työt loppu kohteessa:

Miksi lopetus myöhästyi:

Lisä selvitys myöhästymisestä:

KUVIO 29. Valvontavinjetin solun tarkemmat tiedot.

Sovellukseen voitaisiin myös liittää erilaisia hälytyksiä esimerkiksi kriittisten kohteiden aikatauluista, jolloin se muistuttaisi erikseen niiden aikatauluista. Esimerkiksi lattiavaluista voisi tulla erikseen muistutukset, koska jos niitä ei suoriteta aikataulun mukaisesti, kaikki lattiavalun päälle tehtävät työvaiheet myöhästyvät myös todennäköisesti aikataulusta.

Tällä tavalla toimittaessa työmaan aikatauluvalvonta pysyisi reaaliaikaisesti kunnossa ja helpottaisi reagointia mahdollisiin aikataulu ongelmiin. Käyttäjät voivat tarkistaa missä tahansa ollessaan, mikä on hankkeen aikataulun tilanne tällä hetkellä.

9.2 Laadunhallinta

Laadunhallintaan Jydacomilla ei ole tarjolla omaa sovellusta. Jydacomin dokumenttienhallintajärjestelmässä JD-Intrassa voidaan hallinnoida erilaisia laadunhallinnassa tarvittavia dokumentteja. Nämä dokumentit ovat yleensä Word- tai Excel-muodossa.

Uuden laadunhallintatyökalun toimintaan voisi kuulua laatudokumenttien tietojen keräys, analysointi ja hallinnointi. Laadunhallintatyökaluun tehtäisiin mobiililaitteita varten omat sovellukset. Mobiililaitteissa olisi kaksi erilaista sovellusta hyödyntämässä laadunhallintatyökaluun talletettuja tietoja. Ensimmäinen sovellus olisi laaduntarkastussovellus, jota hyödynnettäisiin laaduntarkastuskierroksilla. Toinen sovellus olisi laatuvirheiden kirjaamisen tarkoitettu sovellus. Edellä mainitut voisivat olla myös yksi kokonaisuus, johon olisi yhdistettynä kummatkin sovellukset. Sovellusten pohjalla olisi tietokoneella käytettävä laadunhallintatyökalu, jossa on laatutarkastuksiin liittyvää tietoa, jota sitten hyödynnetään mobiililaitteessa toimivalla sovelluksella. Mobiililaitteella raportoitaisiin laaduntarkastuskierroksella tulokset laadunhallintatyökaluun. Kun tiedot olisi saatu laadunhallintatyökaluun mobiililaitteesta, voitaisiin näitä kerättyjä tietoja analysoida tietokoneessa olevalla laadunhallintatyökalulla.

9.2.1 Laaduntarkastus-sovellus

Mobiililaitteessa toimivaa laaduntarkastussovellusta käytettäisiin tehtäessä työmaalla laadunvalvontakierroksia. Työmaalla tehtävät laaduntarkastuskierrokset suunnitellaan yleensä jo hankkeen suunnitteluvaiheessa. Nämä talletettaisiin valmiiksi laadunhallintatyökaluun.

Selvennän sovellusta esimerkkitapauksen avulla. Esimerkkikohteeksi laadunvalvontakierrokselta voidaan tähän ottaa rakennustyömaan kosteudenhallintasuunnitelma ja sieltä osa-alueeksi kosteusriskien kartoitus rakennuksen ulkopuolelta. Laadunhallinnan suunnitteluvaiheessa kosteusriskikohteiksi rakennuksen ulkopuolella on määritelty seuraavat asiat:

- salaojat
- perusrakenteet ja maanpaineseinät
- alapohjat
- julkisivut
- yläpohja ja vesikatto.

Jokaiselle osa-alueelle tehtäisiin tarkastuslistat, jotka tarkastettaisiin laaduntarkastuskierroksien yhteydessä. Esimerkiksi salaojien asennuksen jälkeen niille tehtäisiin salaojien laaduntarkastus. Laaduntarkastuksessa voitaisiin tarkistaa seuraavat asiat salaojista:

- asennus on suunnitelmien mukainen
- kallistukset ovat riittävät
- maa-ainekset ovat oikeat salaojakerroksessa
- maa-aineksia on suunnitelmaan mukaisesti salaojien ympärillä
- salaojat ja kaivot putsataan ennen työmaan luovutusta.

Tämän lisäksi sovellukseen kuvattaisiin tarkemmin, mitä tarkastuskokonaisuus pitää sisällään; esimerkiksi salaojien kallistuksissa tulisi olla ohjeet, kuinka mittaus suoritetaan ja mitkä ovat mittausrajat. Lopuksi raportoidaan tarkastuksen tulos.

Kuviossa 30 on esimerkkikuva laaduntarkastussovelluksen mahdollisesta käyttöliittymästä. Käyttöliittymässä ovat seuraavat tiedot:

- paikka /kohde (tarkastuksen kohteen sijainti)
- tarkastuskohde (tarkastettava kohde)

- tarkastettava asia (asia jota tarkastetaan)
- tarkastusohje (ohjeet tarkastukseen ja mahdolliset mittatoleranssit)
- tarkastuksen tulos (onko tehty laatuvaatimuksien mukaan vai ei)
- virheen syy (laatuvirheen syy, jos laatuvirhe löydetty tarkastuksessa).



KUVIO 30. Laaduntarkastussovelluksen käyttöliittymä.

Laaduntarkastuskierrokselle lähdettäessä otettaisiin mukaan mobiililaitte, joka opastaa kohteeseen, missä laaduntarkastus tehdään. Tämän jälkeen sovelluksesta löytyisi ohjeet mitä tarkastuksia tulee tehdä ja tarvittavat mittatoleranssit. Tarkastuksen tulokset ra-

portoitaisiin suoraan sovellukseen. Lisäksi, jos tarkastuksessa löytyisi laatuvirheitä, raportoitaisiin virheen syy sovellukseen vielä erikseen.

Näin laaduntarkastuskierroksella kerätyt tulokset saataisiin helposti sähköiseen ja paremmin analysoitavaan muotoon verrattuna nykyisiin laaduntarkastuskierroksella, tai jopa sen jälkeen, täytettyihin Word-dokumentteihin.

9.2.2 Laatuvirheiden kirjaamisen sovellus

Laatuvirheiden kirjaamiseen tarkoitettua sovellusta käytettäisiin laaduntarkastuskierroksen yhteydessä löydettyjen virheiden kirjaamiseen ja kuvaamiseen. Sovellus voisi olla osa edellä esitettyä laaduntarkastuskierroksensovellusta tai kokonaan oma sovelluksensa. Tähän sovellukseen kirjattaisiin kohteet, joista on löytynyt laatuvirheitä. Laatuvirheistä kirjattaisiin kohteen lisäksi tarkastettava asia ja virheen syy.

Sovellus otettaisiin siis käyttöön, mikäli työmaan laatukierroksella löytyy laatuvirhe. Sovelluksesta haettaisiin ensimmäiseksi laaduntarkastuskierroksen kohde, jota ollaan tarkastamassa. Toisesta listasta valittaisiin tarkastus, josta laatuvirhe löytyi. Lopuksi kirjattaisiin laatuvirheen syy. Tämän lisäksi sovelluksella otetaan laatuvirheen kohteesta kuvat. Kuvien perusteella voitaisiin myöhemmin tarkastaa onko laatuvirhe korjattu kohteessa.

Toiminnaltaan ja käyttötarkoitukseltaan nämä laaduntarkastus ja laatuvirheiden kirjaamisen sovellukset ovat hyvin lähellä toisiaan. Ne voisivat olla samassa sovelluksessa, mutta niitä voitaisiin myös käyttää omina sovelluksinaan. Laatuvirheiden kirjaamisen sovellus olisi toiminnoiltaan kevyempi ja tämän takia helpompi käyttää.

9.3 Hankintojen hallinta

Hankintojen hallintaan Jydacomilla ei ole tarjota yhtä sovellusta, josta kaikkia hankinnan asioita voisi hoitaa, vaan hankintoihin liittyviä sovelluksia ovat JD-Tarjouspyyntö, JD-

Sopimushankinnat ja JD-Ostotilaukset. Lisäksi työpanoksien kirjaamiseen käytetään yrityksen sisällä JD-Tuntikirjaus, JD Web Tuntikirjaus tai JD Mob Tuntikirjaus -sovelluksia. Työpanoksia ei käsitellä enää omana kokonaisuutenaan, sillä niiden käsittely sisältyi JD Mob Tuntiseurannan -sovelluksen toiminnallisuuden kehittämiseen. Hankintojen hallintaan liittyvät myös läheisesti varastojärjestelmät, joista selviää varastossa olevien tavaroiden ja materiaalien määrän tämän hetken tilanne. Jydacomilla ei ole tuotevalikoimassaan omaa varastojärjestelmäsovellusta.

Hankintojen hallintaan voitaisiin kehittää kolme erilaista mobiilisovellusta, jotka toimisivat seuraavissa tarkoituksissa:

- materiaalien tilauskutsut
- materiaalien vastaanotto
- varastonhallinta

Seuraavissa luvuissa 9.3.1 – 9.3.3 on tarkemmin esitelty nämä mobiililaitteisiin suunnitellut sovellukset.

9.3.1 Materiaalien tilauskutsut

Hankintojen hallinnan perusajatuksena on, että tarvittavat materiaalit ovat oikeaan aikaan ja oikean sisältöisinä kohteessa paikalla, kun niitä tarvitaan. JD-Ostotilaukset -sovellukseen voidaan tehdä materiaalien tilaukset valmiiksi ja jättää odottamaan tilauksen lähetystä, koska tilaus ei ole välttämättä vielä tekohetkellä ajankohtainen. Kun mestari kiertää työmaalla ja huomaa tarvitsevansa esimerkiksi gyproc levyä työmaalle, voisi hän tehdä tilauskutsun mobiililaitteessa olevalla sovelluksella. Näin tilaus saataisiin heti lähtemään ja unohduksen vaara prosessissa pienenesi.

Mobiililaitteessa olevalla sovelluksella olisi kaksi erilaista mahdollisuutta lähettää tilauskutsu toimittajalle. Sovellus voitaisiin toteuttaa niin, että mobiililaitteessa oleva sovellus käyttää hyväkseen JD-Ostotilaukset olevaa prosessia eli mobiililaitteen kautta laitetaan

sovelluksessa oleva valmis tilaus toimitus-tilaan ja näin sovellus hoitaa normaalisti toimituspyynnön eteenpäin. Toinen mahdollisuus olisi lähettää mobiililaitteessa olevalla sovelluksella tekstiviesti toimittajalle, jossa pyydetäisiin toimittamaan tilaus työmaalle. Samalla sovellus lähettäisi viestin toimituspyynnöstä JD-Ostotilaukset -sovellukselle, että sovellus osaisi muuttaa tilauksen tilan oikeaksi.

9.3.2 Materiaalien vastaanotto

JD-Ostotilaukset -sovelluksella otetaan työmaalla vastaan tilauksia. Kun tavara saapuu työmaalle, otetaan tilaus yleensä vastaan vastaanottamalla paperinen kuormakirja tilauksesta ja sen sisällöstä. Kuormakirjan kanssa tehdään JD-Ostotilaukset sovellukseen tilauksen vastaanotto rakennustyömaan konttorissa. Tämänkaltaisen vastaanottaminen voitaisiin korvata erillisellä matkapuhelimessa olevalla sovelluksella jolloin saataisiin tavarantoimituksen vastaanottokirjaus heti sovellukseen. Toteutustapoja on kolme erilaista.

Ensimmäisessä versiossa mobiililaitteessa olisi sovellus, jolla voidaan katsoa tilattuja tilauksia, niiden sisällöt sekä kuitata ne vastaanotetuiksi. Kun toimitus saapuu työmaalle, vastaanottoja hakisi sovelluksella tilauksen tiedot mobiililaitteeseen. Tämän jälkeen hän tarkastaisi toimituksen ja kuittaisi sitten sovelluksella toimituksen tulleen vastaanotetuksi.

Toinen versio samasta asiasta hyödyntäisi viivakoodin käyttöä. Usein kuormakirjoissa on viivakoodit, joista voidaan selvittää esimerkiksi toimittaja, tilausnumero ja toimituksen sisältö. Rahtikirjassa oleva viivakoodi voitaisiin kuvata mobiililaitteen kameralla sovellukseen, joka purkaisi viivakoodista tilauksen toimittajan ja tilausnumeron. Sitten sovellus hakisi JD-Ostotilaukset sovelluksesta tilausta, joka vastaisi viivakoodista saatua toimittajaa ja tilausnumeroa. Kun sovellus löytäisi tilauksen, se toisi tiedot mobiililaitteeseen. Näin vastaanottaja voisi tarkastaa tilauksen sisällön ja kuitata sen vastaanotetuksi.

Kolmas mahdollisuus toteuttaa sama asia on käyttää RFID-siruja. Toimituksen tullessa työmaalle mobiililaitteen RFID-lukija lukisi toimituksen mukana tulevan RFID-sirun sisäl-

lön. RFID-sirulle voidaan tallettaa haluttua tietoa. Tässä tapauksessa vastaanottajaa kiinnostaa toimituksen toimittaja, tilausnumero ja toimituksen sisältö. Mobiililaitte hakisi tilausnumeroa vastaavan tilauksen tiedot, jonka jälkeen vastaanottaja voisi tarkastaa tilauksen sisällön ja kuitata sen vastaanotetuksi.

9.3.2 Varastonhallinta

Varastonhallinta on tärkeä osa tuotannonhallinnan hankintojen hallintaa. Työmaalla on kuitenkin usein pienet ja epäkäytännölliset varastointitilat, joten materiaaleja joudutaan usein varastoimaan ulos. Tällöin arat materiaalit ovat vioittumiselle alttiina. Näin ollen työmaalla pitäisi olla aina vain sellainen määrä materiaaleja, jotka käytetään hyvin lyhyessä ajassa. Tämä korostaa eritoten varastonhallinnan merkitystä.

Varastonhallintajärjestelmään kirjataan materiaalien saapuminen työmaalle vastaanotamisen yhteydessä. Aina kun jotain haetaan varastosta, voisi siitä tehdä mobiililaitteella kuittauksen varastonhallintajärjestelmään. Mobiililaitteessa olisi sovellus, josta valittaisiin materiaali, mitä varastosta otetaan ja kuinka paljon sitä otetaan. Tämä tieto sitten lähetettäisiin mobiililaitteesta varastohallintajärjestelmään, joka seuraa materiaalien saldoja. Kun saldot painuisivat alle hälytysrajan, sovellus lähettäisi tekstiviestin hankinnasta vastaavalle. Tämän perusteella hankintavastaava voisi tilata lisää materiaalia työmaalle.

Materiaalien valinta voisi olla manuaalinen, jolloin esimerkiksi valintalistalta valitaan varastosta otettava materiaali. Toinen mahdollisuus olisi tehdä materiaalin tunnistaminen kuvaamalla materiaalin viivakoodi, josta sovellus tunnistaisi otettavan materiaalin. Kolmas vaihtoehto on hyödyntää RFID-siruja materiaalien tunnistuksessa.

9.4 Taloudellinen hallinta

Taloudellinen hallinta on hyvin lähellä hankintojen hallintaa, koska hankintojen hallinta aiheuttaa suurimman osan hankkeen kustannuksista. Tämän takia osa näistä edellisessä

luvussa 9.3 esitetyistä sovelluksista voisi olla myös talouden hallinnan kuuluvia sovelluksia. Hankkeen taloudellista hallintaa hoidetaan oikeastaan koko Jydacomin toiminnanohjausjärjestelmällä, joka koostuu eri sovelluksista. Eri sovelluksista saatavilla tiedoilla voidaan ohjata hankkeen taloudellista onnistumista. Taloudellisesta hallinnasta suurin osa on sellaista työtä, jota ei kannata siirtää mobiililaitteelle. Mobiililaitteelle järkevästi siirrettäviä asioita on jo mobiililaitteessa toimiva tuntikirjaus ja uutena sovel-lusalueena voisi ajatella materiaalikustannuksien tarkempaa seuraamista.

Hankkeen tarjouslaskentavaiheessa jokaiselle työvaiheelle on määritelty siinä käytettävät materiaalit ja niiden määrät. Jos hankkeessa halutaan seurata tarkemmin toteutuneita materiaalimääriä, voisi tässä kohdassa hyödyntää mobiililaitteita. Kun esimerkiksi rakennukseen tehdään puurunkoista gyproc väliseinää, on tarjousvaiheessa laskettu gyproc-levyjen ja runkopuutavaran menekki kohteessa. Kun seinää sitten rakennetaan työmaalla, kirjattaisiin rakentamisen yhteydessä mobiililaitteessa olevalla sovelluksella kohteessa käytettävien materiaalimäärät ylös. Sovelluksessa pitäisi oletuksena olla näkyvissä tarjousvaiheessa lasketut määrät. Jos todellisuus vastaisi tarjousvaiheen määriä, voisi yhdellä napin painalluksella hyväksyä materiaalimäärät. Jos määrät poikkeaisivat laskentavaiheesta, kirjattaisiin uudet sovellukseen materiaalimäärät. Lisäksi sovelluksessa tulisi olla valintalista, josta voitaisiin valita selitekoodi, miksi määrä on poikennut laskennasta. Valintalistassa voisi olla vaihtoehtoina esimerkiksi materiaali vioittunut ennen työvaihetta, materiaali vioittunut työvaiheen aikana, suunnitelmissa virhe ja rakenteita jouduttu purkamaan. Lisäksi pitäisi olla selityskenttä, johon voitaisiin kirjoittaa tarkempi selitys asiasta.

Kun hankkeen loputtua aloitettaisiin materiaalimäärien analysointi, saataisiin sovelluksesta tieto, paljonko mihinkin kohteeseen on mennyt materiaaleja ja kuinka paljon ne poikkesivat tarjouslaskentavaiheessa määritetyistä määristä. Kohteissa, joissa ei olisi mainintaa miksi määrä poikkeaa lasketusta, niin ne listattaisiin kohteina, joissa laskenta ja toteutuma ovat poikenneet. Jos näissä määrissä olisi suuret erot, kannattaisi selvittää mistä erot johtuvat, ettei sama virhe toistuisi seuraavassa tarjouslaskentakohteessa. Samalla saataisiin tietoa kuinka suuri osa materiaaleista oli vioittunut ja missä vaiheessa vioittuminen oli tapahtunut. Lisäksi saataisiin selville, kuinka paljon materiaaleja kului

enemmän suunnitteluvirheiden takia sekä kuinka paljon purkamisen takia menetettiin materiaaleja, joita ei voitu hyödyntää uudestaan. Tapauksissa, joissa oli jouduttu purkamaan rakennettuja kohteita, olisi hyvä olla vielä selitys, minkä takia oli jouduttu purkamaan rakenteita. Näin saataisiin selville olivatko purkamisen syyt esimerkiksi suunnitteluvirheissä tai väärässä työjärjestyskohteessa.

9.5 Tehtäväsuunnitelma

Tehtäväsuunnitelma on varsin laaja kokonaisuus tuotannonhallinnassa. Siinä käytetään hyväksi useita eri tuotannonhallinnan osa-alueita, kuten ajallista hallintaa, hankintojen hallintaa ja taloudellista hallintaa. Tähän kokonaisuuteen ei Jydacomilla ole tarjota omaa sovellusta, mutta osaa Jydacomin sovelluksista voidaan hyödyntää tehtäväsuunnitelmaa tehdessä. Kuten osa-alueen nimi kuvastaakin, on kyse suunnittelusta jota tehdään enemmän konttoreissa kuin työmaalla fyysisesti. Tämän takia tästä kokonaisuudesta ei löytynyt kohteita missä mobiililaitteita voitaisiin hyödyntää.

9.6 Muut tuotannonhallinnan osa-alueet

Tässä kappaleessa käydään yleisesti läpi tuotannonhallinnan osa-alueita, joissa voitaisiin hyödyntää mobiililaitetta tai mobiililaitteessa toimivia sovelluksia. Nämä tapaukset eivät ole kuuluneet aikaisemmin esitettyihin kategorioihin.

Nykyisten mobiililaitteiden suorituskyvyn kasvu ja näyttöjen parantuminen on antanut mahdollisuuden kehittää mobiililaitteisiin erilaisia CAD-sovellusten clientteja, joilla voidaan katsoa piirustuksia. Nykyisien mobiililaitteiden näyttöjen resoluutiot vastaavat 1990-luvun loppupuolen tietokoneen näyttöjä, joten niiden tarkkuus riittää hyvin piirustusten katseluun. Lisäksi mobiililaitteiden näyttöjen kyky suurentaa tai pienentää kuvaa on tehty käyttäjille hyvin helpoksi. Näin isostakin piirustuksesta voidaan helposti suurentaa joku kohta, jolloin voidaan tarkastella kohdetta isommassa koossa kuin paperisella piirustuksella. Jos piirustuksia käytettäisiin tällä tavoin sähköisesti, hakisi mobiililai-

te aina viimeisen version piirustuksesta ja näin piirustusversioista johtuvat virheet vähenisivät verrattuna käytettäessä paperisia piirustuksia.

Työturvallisuuteen JydaComilla on tarjota oma sovellus TR-mittaukseen. Työturvallisuuden ja työturvallisuustarkastuksiin voitaisiin hyödyntää myös mobiililaitteita. Työturvallisuustarkastuksissa täytetään usein erilaisia Excel- tai Word-lomakkeita, jotka usein täytetään työmaalla ensin käsin ja sitten konttorilla kirjoitetaan uudestaan sähköiseen muotoon tai skannataan käsin täytetty lomake sähköiseksi. Näistä lomakkeista osa voitaisiin täyttää mobiililaitteessa olevalla sovelluksella.

10 MITEN TULEVAISUUS AUTTAA MOBIILILAITTEIDEN KÄYTTÖÄ RAKENNUSYRITYKSEN TUOTANNONHALLINNASSA

Mobiililaitteiden kehitys on ollut viime vuosina nopeaa. Mobiililaitteiden elinkaari lyhenee, koska uusia laitteita tulee aina vain nopeammin markkinoille. Niissä on aina enemmän suorituskkyä ja ominaisuuksia kuin aikaisemmissa malleissa. Näin tulevaisuuden mobiililaitteilla voidaan käyttää entistä laajempia ja enemmän suorituskkyä vaativia sovelluksia.

Tulevaisuuden laitteissa on ainakin viisi eri teknistä ominaisuutta, jotka parantavat ja antavat paremmat mahdollisuudet hyödyntää mobiililaitteita tuotannonhallinnassa. Nämä ovat:

- tehokkaammat prosessorit ja enemmän muistia
- verkkojen kehittyessä tiedonsiirtonopeudet kasvavat
- näyttöjen koot kasvavat ja tekniikat parantuvat
- näppäimistöt kehittyvät
- puheentunnistus

Tehokkaammat prosessorit ja suuremmat muistimäärät mahdollistavat mobiililaitteissa entistä laajemmat sovellukset jolloin niiden käyttö ei ole liian hidasta mobiililaitteessa. Mobiililaitteissa prosessorien nopeudesta on samanlainen kilpailu kun tietokonepuolella ollut vuosikymmenien ajan. Uusissa mobiililaitteissa muistin määrä kasvaa kovaa vauhtia ja se ei enää tulevaisuudessa rajoita mobiililaitteiden laajempaa hyödyntämistä.

Tiedonsiirtoverkot kehittyvät koko ajan nopeammaksi dataliikenteen osalta. Nyt uusissa matkapuhelinverkoissa dataliikenteen nopeus on tärkein ominaisuus. Puheluiden käyttämä tiedonsiirtonopeus on pysynyt suunnilleen samana viime vuodet, mutta dataliikenteen nopeus on moninkertaistunut esimerkiksi siirryttäessä GSM-verkoista 3G-verkkoihin. Lisäksi nykyiset mobiililaitteet pystyvät hyödyntämään WLAN verkkoja, joissa nopeudet ovat konttoreiden tietoliikenneverkkojen tasolla. Näin rakennustyömaalla mobiililaitteet voisivat hyödyntää työmaakonttorissa olevaa kiinteää verkkoa, jonne liittyttäisiin langattomanverkon kautta. Tällöin mobiililaitteiden ja serverillä pyörivän sovelluksen välinen liikenne nopeutuu ja se mahdollistaa entistä suurempien datamäärien siirtämisen mobiililaitteiden ja servereiden välillä.

Uusien mobiililaitteiden näyttöjen koko on kasvanut jatkuvasti. Ensimmäisissä mobiililaitteissa oli kolmen tuuman näytöt ja nyt melkein kaikissa uusissa on neljän tuuman näytöt. Suurimmat näytöt ovat jo viiden tuuman kokoisia. Käyttäjät voivat alkaa vierastamaan näitä isoja näyttöjä, koska mobiililaitteen fyysinen koko kasvaa myös näytön koon mukana. Toisaalta mobiililaitteiden ja näyttöjen valmistajat ovat patentoineet erilaisia taitettavia ja rullattavia näyttöjä, jotka saadaan käytössä levitettyä isoiksi näytöiksi ja kun niitä ei enää tarvita, ne saadaan laitettua pieneen tilaan. Näyttöjen resoluutiot ovat myös kasvaneet paljon viime vuosina. Näin näyttöihin saadaan enemmän ja entistä tarkemmin informaatiota. Resoluution parantamisen esteeksi tulee kuitenkin ihmisten näkökyky varsinkin ikääntyvillä käyttäjillä, joten tätä ominaisuutta ei päästä hyödyntämään enää kovin pitkään.

Mobiililaitteiden sovellusten ongelmana on ollut tietojen kirjoittaminen. Nykyisissä kosketusnäytöllisissä mobiililaitteissa on kosketuksella toimivat näppäimistöt ja osassa lisäksi vielä fyysinen QWERTY -näppäimistö, jotka helpottavat käyttäjien tietojen kirjoit-

tamista. Näiden näppäimistöjen käytettävyys on kuitenkin rajallinen, koska niissä näppäimistön merkit ovat hyvin pieniä. Isommilla sormilla kirjoittaessa helposti painaa väärää merkkiä tai kahta merkkiä yhtä aikaa ja käytettävyys kärsii.

Tietokoneissa puheentunnistussovellukset toimivat hyvin ja niitä hyödynnetään monissa eri tilanteissa. Nämä sovellukset tarvitsevat laitteelta paljon prosessoritehoa, joten niitä ei ole vielä voitu siirtää mobiililaitteisiin laajemmin. Osassa mobiililaitteita on jo puheentunnistus, mutta ne on tarkoitettu esimerkiksi puhelinluetteloiden henkilöiden hakuun. Varmaan ei mene kovinkaan kauaa kun mobiililaitteisiin tulee puheentunnistus, jota voidaan hyödyntää kaikissa mobiilisovelluksissa, jolloin mobiililaitteissa vaikeaksi koettu kirjoittaminen voidaan korvata puheentunnistuksella. Tämä mahdollistuu paremmin sellaisten sovelluksien käytön mobiililaitteissa, joissa kirjoitetaan paljon.

11 OPINNÄYTETYÖN ONNISTUMINEN

Opinnäytetyön alussa ajattelin työn tekemisen helpoksi, koska aihealueena mobiililaitteet ovat minulle tuttuja ja olen aikaisemmissa opinnoissa tehnyt jo pari opinnäytetyötä. Työn aikana tuli monta kertaa todettua, ettei tämä ole niin helppoa kuin luulisi. Yksi suurimmista haasteista oli tehdä opinnäytetyötä työn ohella. Vaikka sain käyttää työaikaani opinnäytetyön tekemiseen, tein suurimman osan siitä työn ulkopuolella. Työpäivien jälkeen ei tahtonut enää jaksaa suunnitella asioita ja kirjoittaa työtä eteenpäin.

Opinnäytetyössä oli kaksi päätavoitetta. Ensimmäinen oli JD Mob Tuntiseuranta -sovelluksen seuraavan version toiminnallisuuden kehittäminen. Tässä vaiheessa työtä sain käyttää hyväksi Metsolla opittuja asioita mobiililaitteiden sovellusten kehityksestä. Uutta versiota JD Mob Tuntiseuranta -sovelluksesta aloitetaan tekemään lähiaikoina ja tähän uuteen versioon tulee mukaan osa tässä työssä kehitetyistä parannusehdotuksista. Tämä tavoite toteutui siis hyvin tässä opinnäytetyössä.

Toinen tavoite työlle oli miettiä, miten mobiililaitteita voitaisiin hyödyntää rakennusyrityksen tuotannonhallinnassa. Tässä kohdassa tuli ongelmaksi oma rakennusalan osaa-

misen puute. En ole missään vaiheessa työelämää ollut töissä rakennuksilla enkä tiennyt mitä kaikkea rakennustyömaalla tehdään, joten oli vaikeaa miettiä mihin kaikkeen mobiililaitetta voisi hyödyntää rakennustyömailla. Sain kyllä työssäni kehiteltyä useita ideoita mobiililaitteen hyödyntämiseen rakennusyrityksen tuotannonhallinnassa, mutta niiden konkreettisuudesta minulla ei ole varmuutta. Joten toisen tavoitteen täyttyminen ei vastannut täysin odotuksiani, mutta olen lopputulokseen kuitenkin melko tyytyväinen.

LÄHTEET

Aacon Kellokortti.fi. Viitattu 12.8.2011.

<http://www.aacon.fi/documents/kellokorttifi.pdf>

Cenno projektinhallinta työkalun ominaisuudet. 2010. Viitattu 17.8.2011.

<https://www.cennoapp.com/fi/main/ominaisuudet#feat6>

Hiltunen, M, Laukka, Markku, Luomala, J. 2002. Mobile User Experience. Edita Publishing Inc., IT Press

Junnonen, J. 2010. Talonrakennushankkeen tuotannonhallinta. Tampere: Tammerprint Oy

Kankainen, j. & Sandvik, T. 1996. Rakennushankkeen ohjaus 3 painos. Helsinki. Rakennustieto Oy

Korpinen, M. 2011. Mobiiliohjelmoinnin perusteet ja mobiiliohjelmointi. Viitattu

18.3.2011. http://www.midnightwalker.net/mobiiliohjelmointi/pdf/02_taustatietoa.pdf

Koski, H. 1997. Rakennushankkeen tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus. Helsinki: Rakennustieto.

Kuutti, W. P2003. Käytettävyys, suunnittelu ja arviointi. Saarijärvi: Gummerus Kirjapaino Oy.

Lepistö K & Syvänen A. 2002. Mobiililaite osana monimuoto-opetusta. Viitattu

1.4.2011. <http://www.uta.fi/~as63593/graksa/mobiililaitteita.htm>

Lindholm, C, Keinonen, Turkka, Kiljander, Harri. 2003. Mobile Usability: How Nokia Changed the Face of the Mobile Phone. McGraw-Hill Professional.

Nielsen, J. 1993. Usability Engineering. Academic Pres, inc.

Nokia. 23.10.2003. Nokia esittelee innovatiivisen medialaitteen. Viitattu 1.4.2011.

http://press.nokia.fi/PR/200310/922391_4.html

Nokia. 2011. Nokia, Kaikki puhelin mallit. Viitattu 17.5.2011.

<http://www.nokia.fi/tuotteet/kaikki-puhelimet/>

Shneiderman, B & Plaisant, C. 2005 4th Edition. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. Addison Wesley

Siikanen, P & Kankainen, J. 2004. Työpöytäkirja osa 1. Helsinki: Rakennusteollisuuden kustannus RTK Oy.

Sinkkonen, I, Kuoppala, H, Parkkinen, J & Vastamäki, R. P 2006 3 uudistettu painos. Käytettävyyden psykologia. Helsinki: Edita Prima Oy.

Superhalpa? Superhidas? Katso halvin nettiliittymä. Taloussanomat.fi. Viitattu 19.9.2011.

<http://www.taloussanomat.fi/tekniikka/2011/09/18/superhalpa-superhidas-katso-halvin-nettiliittyma/201112766/137>

Weiss, S. 2002. Handheld usability. John Wiley & Sons Ltd.

Wiiio, A 2004. Käyttäjäystävällisen sovelluksen suunnittelu. Helsinki: Edita Prima Oy.